

UNIVERSIDAD DE LLEIDA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria

Diseño de una instalación fotovoltaica para el helipuerto de lucha contra incendios forestales de Hoyos (Cáceres).

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER EN INGENIERÍA DE MONTES

DEPARTAMENTO: Medio ambiente y ciencias del suelo.

AUTOR: Ángel Ramajo Parra

TUTOR: Joan Ignasi Rosell Urrutia

LUGAR Y FECHA: Lleida, mayo 2020

AGRADECIMIENTOS.

Finalizar un Trabajo Final de Máster, es una tarea de arduo trabajo, entrañando diferentes estados de ánimo, que de manera conjunta se aúnan para lograr el fin perseguido.

Sin embargo para llegar a este punto es necesaria una formación previa, y es de agradecer que existan instituciones como la Universidad de Lleida, donde se integra un equipo dinámico, interactivo y cercano, capaz de transmitir los conocimientos técnicos que requiere el ejercicio de la profesión.

Por lo que me gustaría agradecer la formación recibida por los profesores del Máster de Ingeniería de Montes, pero haciendo especial mención a cuatro de ellos, Jesús Pemán, Álvaro Aunós, José Antonio Bonet, transmitiéndome aquellos conocimientos, de los que son especialistas, y finalmente como no podía ser de otra manera al tutor del trabajo final de máster Joan Ignasi Rosell, por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto y acompañarme hasta el final guiando esta obra.

No son menos merecedoras de mis agradecimientos, las personas que siempre han remado para hacer posible llegar hasta aquí, esta insignia se la debo a mis padres, por el esfuerzo que han hecho siempre.

Sin embargo merece una mención especial la persona sobre la que ha pivotado mi formación, este reconocimiento es para mi tía María Teresa Parra, que de manera incansablemente ha conseguido atribuirse gran parte del merito de que sea el profesional que soy hoy día.

Y por último a mi pareja porque es la que cada día ha estado ahí aguantando mis diferentes estados de ánimo y apoyándose para hacer posible esta obra.

Aquí se cierra un capítulo de gran crecimiento profesional y personal, a todos, muchas gracias por hacerlo posible.

RESUMEN DEL TRABAJO FINAL DE MÁSTER.

El Trabajo Final de Máster, proyecta el diseño de una instalación de energía eléctrica con potencia nominal de 14,79 kW empleando módulos fotovoltaicos.

El objeto del proyecto es definir, la forma más adecuada de utilizar la energía renovable procedente del sol, satisfacer la demanda con el mejor rendimiento y eficiencia para el helipuerto de uso restringido de lucha contra incendios forestales situado en la localidad de Hoyos. (Cáceres).

Se proyecta en terreno público de la administración autonómica de Extremadura. Los módulos fotovoltaicos descansan sobre estructuras a la inclinación óptima en la cubierta de la nave. La energía producida será almacenada para el autoabastecimiento.

El funcionamiento de la instalación se engrana para conseguir canalizar la energía solar a través del generador, transformar esa energía de corriente continua a corriente alterna, trasladarla, regulando su tensión y frecuencia para conducirla a los acumuladores, donde finalmente se almacena la energía sobrante.

El diseño de la instalación, se justifica legal, técnica y operativamente, enlazado al pliego de condiciones que establece los derechos, obligaciones y garantías entre todas las partes que intervienen en la ejecución y puesta en marcha, sin olvidar la seguridad y salud con las normas aplicables durante la ejecución de la instalación.

The Final Master's Project projects the design of an electrical energy installation with a nominal power of 14.79 kW using photovoltaic modules.

The purpose of the project is to define, the most appropriate way to use renewable energy from the sun, to meet the demand with the best performance and efficiency for the restricted use heliport for fighting forest fires located in the town of Hoyos (Cáceres).

It is projected on public land of the regional administration of Extremadura. The photovoltaic modules rest on structures at the optimum inclination on the deck of building. The energy produced will be stored for self-supply.

The operation of the installation is geared to channel the solar energy through the generator, transform that current energy continues to alternating current, transfer it, regulating its voltage and frequency and lead it to the accumulators, where finally the remaining energy is stored.

The design of the installation is justified legally, technically and operationally, linked to the specifications that establish the rights, obligations and guarantees between all the parties involved in the execution and implementation, without forgetting the safety and health with the standards applicable during the execution of the installation.

Palabras clave: renovable, solar, aislada.

DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Documento nº1. MEMORIA Y ANEXOS

- ❖ Memoria
- ❖ Anexo 1. Cálculos para el diseño de la instalación fotovoltaica
- ❖ Anexo 2. Fichas técnicas
- ❖ Anexo 3. Estudio de Seguridad y Salud
- ❖ Anexo 4. Estudio de impacto ambiental
- ❖ Anexo 5. Plan de obra
- ❖ Anexo 6. Justificación de precios
- ❖ Anexo 7. Gestión de residuos
- ❖ Anexo 8. Certificado de obra completa
- ❖ Anexo 9. Ficha Técnica

Documento nº2. PLANOS

- ❖ Plano nº1. Situación y emplazamiento
- ❖ Plano nº2. Planta cubierta y situación de paneles fotovoltaicos
- ❖ Plano nº3. Área de aproximación y despegue
- ❖ Plano nº4. Alzados y secciones
- ❖ Plano nº5. Planta de usos y cotas. –Esquema acumuladores
- ❖ Plano nº6. Esquema unifilar

Documento nº3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Documento nº4. PRESUPUESTO

- ❖ Mediciones
- ❖ Cuadro de Precios nº1
- ❖ Cuadro de Precios nº2
- ❖ Presupuesto de Ejecución Material
- ❖ Presupuesto Base de Licitación
- ❖ Presupuesto para conocimiento de la Administración

Índice general

Índice general	7
Nomenclatura	10
Índice memoria	14
1 Documento nº1: Memoria	15
1.1 Definiciones	15
1.2 Introducción	15
1.3 Objeto	16
1.4 Alcance	16
1.5 Antecedentes	17
1.6 Normativa aplicable	17
1.7 Titular de la instalación	21
1.8 Características urbanísticas	21
1.8.1 Localización y superficie	21
1.8.2 Estado actual	22
1.8.3 Condiciones urbanísticas	23
1.9 Diseño de la instalación	23
1.9.1 Balance energético	23
1.10 Descripción técnica de la instalación solar fotovoltaica	26
1.10.1 Relación de componentes de la instalación fotovoltaica	26
1.10.2 Descripción de los equipos	27
1.11 Plan de mantenimiento	39
1.11.1 Mantenimiento de los componentes de la instalación.	39
1.12 Recepción y garantía de las obras	40
Índice Planos	102
2 Documento nº2: Planos	103
Plano nº 1 Situación y emplazamiento	104
Plano nº 2 Planta de cubierta y situación de los módulos fotovoltaicos	105
Plano nº 3 Área de aproximación y despegue	106
Plano nº 4 Alzados y secciones	107
Plano nº 5 Planta de usos y cotas	108
Plano nº 6 Esquema unifilar	109
Índice pliego de condiciones técnicas	112
3 Documento nº3: Pliego de Condiciones Técnicas	113
3.1 Objeto	113
3.1.1 Alcance	113

3.2	Generalidades.....	113
3.2.1	Dirección e inspección de la instalación	113
3.2.2	Documentos que definen las obras.....	113
3.2.3	Trabajos previos al inicio de la instalación.....	114
3.2.4	Desarrollo y control de la instalación	114
3.2.5	Responsabilidades.....	115
3.2.6	Medición y abono	116
3.2.7	Disposiciones varias	116
3.3	Normativa.....	116
3.4	Definiciones	117
3.5	Componentes y Materiales	119
3.5.1	Generalidades.....	119
3.5.2	Materiales.....	119
3.5.3	Ejecución.....	123
3.5.4	Medición y abono.....	124
3.6	Recepción y pruebas	124
3.7	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.....	125
3.7.1	Generalidades.....	125
3.7.2	Programa de mantenimiento	125
3.7.3	Garantías.....	126
	Índice presupuestos	128
4	Presupuesto.	129
4.1	Mediciones.....	129
4.2	Cuadro de Precios nº1.....	130
4.3	Cuadro de Precios nº2.....	131
4.4	Presupuesto de Ejecución Material.....	133
4.5	Presupuesto Base de Licitación	133
4.6	Presupuesto para conocimiento de la Administración	134
5	Bibliografía.....	135

Tablas y figuras

Tabla 1	Coordenadas de las instalaciones. Fuente: Elaboración propia	21
Tabla 2	Radiación sobre plano horizontal. Fuente: Comisión Europea.	25
Tabla 3	Propiedades eléctricas más relevantes del módulo fotovoltaico. Fuente: Elaboración propia.	28
Tabla 4	Propiedades eléctricas más relevantes del regulador de carga. Fuente: Elaboración propia	31

Tabla 5 Propiedades eléctricas más relevantes del acumulador. Fuente: Elaboración propia	32
Tabla 6 Propiedades eléctricas más relevantes del inversor. Fuente: Elaboración propia	34
Tabla 7 Tramos de cableado. Fuente: Elaboración propia	35
Tabla 8 Canalizaciones. Fuente: Elaboración propia	36
Tabla 9 Consumos del helipuerto de Hoyos (Cáceres). Fuente: Conserjería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio.	45
Tabla 10 Calculo de Y mensual. Fuente: Elaboración propia.	47
Tabla 11 Intensidades máximas en régimen permanente para cables formados por conductores flexibles de Cu, asilados con polietileno reticulado (XLPE). Fuente: (Ibáñez Plana et al. 2005)	51
Tabla 12 Datos del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	80
Tabla 13 Servicios Higiénicos. Fuente: Elaboración propia.	80
Tabla 14 Primeros Auxilios y Asistencia Sanitaria. Fuente: Elaboración propia.	81
Tabla 15 Medios auxiliares. Fuente: Elaboración propia.	81
Tabla 16 Riesgos evitables. Fuente: Elaboración propia.	82
Tabla 17 Riesgos laborales no eliminables completamente. Fuente: Elaboración propia.	82
Tabla 18 Medidas preventivas y sus protecciones colectivas. Fuente: Elaboración propia.	83
Tabla 19 Medidas preventivas y protecciones colectivas. Fuente: Elaboración propia.	84
Tabla 20 Riesgos asumidos y equipo de protección individual a emplear. Fuente (Confederación de la Pequeña y Mediana Empresa Aragonesa - CEPYME Aragón 2012).	84
Tabla 21 Códigos LER atendiendo a lo dispuesto en la orden MAM/304/2002. Fuente: Elaboración propia .	94
Tabla 22 Codificación LER, de los residuos no peligrosos generados en la obra. Fuente: Elaboración propia.	95
Figura 1 Emplazamiento de la instalación fotovoltaica. Fuente: Elaboración propia.	22
Figura 2 Radiación diaria media mensual. Fuente: Elaboración propia.	24
Figura 3 Radiación global y difusa del peor mes. Fuente: Elaboración propia.	25
Figura 4 Ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Fuente: (IDAE 2009).	28
Figura 5 Ángulo de azimut α . Fuente: (IDAE 2009)	29
Figura 6 Sistema de anclaje de módulos fotovoltaicos. Fuente: Elaboración propia	29
Figura 7 Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores a introducir. Fuente: ITC-21 del Reglamento electrotécnico de baja tensión.	36
Figura 8 Estructura soporte Sunfer CVE915XL. Fuente: Ficha técnica del producto.	38
Figura 9 Detalle de graduación de la estructura: Fuente: ficha técnica del producto	38
Figura 10 Radiación para el helipuerto de hoyos. Fuente: Comisión Europea.	46
Figura 11 Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia.	91

Nomenclatura

Variables físicas

E elec	Energía eléctrica	Wh/día
E elec, máx	Energía eléctrica máxima	Wh/día
Hs	Radiación solar diaria	(kwh/m ²)
Y	Mes pico	(m ² o kW)
P mod	Potencia pico del modulo	(Wp)
Ns, mod	Número de módulos en serie	Unidades
Np, mod	Número de módulos en paralelo	Unidades
N mod	Número de módulos	Unidades
V mod	Tensión a potencia máxima del módulo	(V)
Ip, mod	Intensidad pico del modulo	(A)
ISC, mod	Intensidad de cortocircuito del modulo	(A)
V mod	Tensión nominal del modulo	(V)
VOC, mod	Tensión en circuito abierto del modulo	(V)
P gen	Potencia pico de salida del subsistema de captación de energía	(Wp)
Ip,gen	Intensidad pico total de salida del subsistema de captación de energía	(A)
ISC, gen	Intensidad total de cortocircuito del subsistema de captación de energía	(A)
V gen	Tensión nominal total de salida del subsistema de captación de energía	(A)
Vp, gen	Tensión pico total de salida del subsistema de captación de energía	(V)
VOC, gen	Tensión total en circuito abierto del subsistema de captación de energía	(V)
PD máx.	Profundidad máxima de descarga de los acumuladores	Unidades
VT, acu	Tensión de trabajo del subsistema de baterías	(V)
V acu	Tensión nominal de cada elemento acumulador o vaso	(V)
E acu	Energía almacenada en el subsistema de acumulación	KWh
ND	Número de días de autonomía de las baterías	(días)
CB	Capacidad del subsistema de acumulación	(Ah)
NB	Número de baterías	Unidades
V reg	Tensión nominal de trabajo del regulador	(V)
V reg máx.	Tensión nominal máxima de trabajo del regulador	(V)

Abreviaciones

CE	Comunidad Europea
CO ₂	Dióxido de carbono
UE	Unión Europea
UNE.	Único organismo de normalización en España
CC	Carretera comarcal
EX	Carretera de titularidad Autonómica Extremeña
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
FATO	Área de aproximación final y despegue
TLOF	Área de toma de contacto y elevación inicial
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
MPP	Punto de máxima potencia
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
REBT	Reglamento electrotécnico para baja tensión de España
ITC	Instrucciones técnicas complementarias al REBT
PVC	Policloruro de vinilo
XLPE	Polietileno Reticulado
Cu	Cobre

PdC	Poder de corte
EPI	Equipo de Protección Individual
LER	Lista Europea de Residuos
IP	Protección de Ingreso
FV	Módulos fotovoltaicos
IVA	Impuesto sobre el valor añadido
GSTC	Irradiancia solar en condiciones estándar de medida.
CEM	Condiciones Estándar de Medida
PD	Profundidad de descarga

DOCUMENTO N°1 : MEMORIA Y ANEXOS

DOCUMENTO N°1 : MEMORIA

Índice memoria

1	Documento nº1: Memoria	15
1.1	Definiciones	15
1.2	Introducción	15
1.3	Objeto	16
1.4	Alcance.....	16
1.5	Antecedentes	17
1.6	Normativa aplicable	17
1.7	Titular de la instalación	21
1.8	Características urbanísticas	21
1.8.1	Localización y superficie.....	21
1.8.2	Estado actual	22
1.8.3	Condiciones urbanísticas	23
1.9	Diseño de la instalación.....	23
1.9.1	Balance energético	23
1.10	Descripción técnica de la instalación solar fotovoltaica	26
1.10.1	Relación de componentes de la instalación fotovoltaica.....	26
1.10.2	Descripción de los equipos	27
1.11	Plan de mantenimiento	39
1.11.1	Mantenimiento de los componentes de la instalación.	39
1.12	Recepción y garantía de las obras	40

1 Documento nº1: Memoria

1.1 Definiciones

Los agentes que intervienen en el proyecto son los siguientes:

- **Promotor:** persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza una obra. Para el caso que nos ocupa, el promotor será la Universidad de Lleida, concretamente la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria.
- **Contratista:** persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad del contrato, y por tanto responsable de la ejecución del proyecto.
- **Director de obra:** persona designada por el promotor para supervisar el proyecto y la ejecución del mismo.
- **Gestor:** persona o entidad, pública o privada, encargada mediante autorización o comunicación, de los propietarios de realizar cualquier operación financiera, legal y técnica, necesaria para el mantenimiento y gestión de las infraestructuras. En este proyecto tal figura es desempeñada por el Servicio de Prevención y extinción de Incendios forestales, dependiente de la Conserjería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio.
- **Proyectista:** autor o autores, por encargo del promotor responsable de la elaboración del proyecto, y de sus contenidos, para este proyecto será el alumno del máster de Ingeniería de montes de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de la Universidad de Lleida.

1.2 Introducción

El control del consumo de energía en Europa y la mayor utilización de la energía procedente de fuentes renovables, junto con el ahorro energético y una mayor eficiencia energética, constituyen una parte importante del paquete de medidas necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y para cumplir el Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y otros compromisos comunitarios e internacionales.

La Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece los objetivos mínimos vinculantes para el conjunto de la Unión Europea y para cada uno de los Estados miembros. Concretamente, establece como objetivo conseguir una cuota mínima del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea, el mismo objetivo establecido para España.

Una de las energías procedente de fuentes renovables es la procedente del sol, es decir, aquella que proviene del aprovechamiento de la radiación solar. La energía solar se puede aprovechar activamente mediante dos vías:

- La térmica, que transforma la energía procedente del sol en energía calorífica.
- La fotovoltaica, que convierte directamente la energía solar en energía eléctrica gracias al efecto fotovoltaico.

El origen de los sistemas fotovoltaicos capaces de convertir la energía procedente del sol en electricidad se le atribuye a Becquerel en 1839, aunque su primera aplicación práctica no se produce hasta 1930. (Posso 2002). Los sistemas fotovoltaicos consisten en un conjunto de

elementos, denominados células solares o células fotovoltaicas, dispuestos en paneles, que transforman directamente la energía solar en energía eléctrica, almacenándose en baterías para poder disponer de ella cuando sea necesario.

Extremadura apoya el objetivo europeo para alcanzar la contribución mediante las renovables. En este marco, las perspectivas de desarrollo de las energías renovables para esta región son muy prometedoras. Pero no es suficiente con las grandes plantas fotovoltaicas.

Desde el año 2006 hasta el año 2017, se pusieron en servicio en esta región un total de 589 instalaciones solares fotovoltaicas, alcanzando una potencia total instalada de 563,98 MW.

La producción de energía eléctrica correspondiente a esta tecnología alcanzó en el año 2017 un registro de 1.119 GWh, lo que supuso un aumento de la producción del 5,38 % respecto al año 2016, en el que se generaron 1.062 GWh. Este valor supone que, en el año 2017, el 23,47 % de la generación de energía eléctrica renovable en Extremadura haya sido obtenida a partir de instalaciones solares fotovoltaicas, y que la participación de esta tecnología al total de la producción eléctrica regional alcanzase el 5,28 %. Por lo que mediante la instalación de instalaciones fotovoltaicas en centros públicos se pretende un doble propósito; apoyar al esfuerzo para poder conseguir los objetivos comunitarios y a la vez reducir la factura económica mediante la conversión de energía fósil en renovable.

1.3 Objeto

Este proyecto tiene por objeto definir de manera detallada el diseño de una instalación fotovoltaica aislada, dotando así de total autonomía energética al helipuerto de uso restringido de lucha contra incendios forestales situado en el municipio de Hoyos.

El fin perseguido es, utilizar la energía fotovoltaica, para la alimentación autosuficiente de todos los aparatos eléctricos que se encuentran en las instalaciones de la Conserjería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio.

Reducir así la dependencia de consumir combustibles fósiles, contribuyendo con los compromisos de política energética, generando el correspondiente beneficio ambiental y social por el ahorro de emisiones contaminantes.

Por otro lado, garantizar el cumplimiento de las medidas de seguridad de la instalación y cumplir la normativa vigente que le sea de aplicación.

1.4 Alcance

El alcance del proyecto está acotado al dimensionamiento de la instalación eléctrica mediante el uso de energía fotovoltaica adaptado al abastecimiento del helipuerto de uso restringido de lucha contra incendios forestales situado en el municipio de Hoyos.

El diseño contempla exclusivamente la transformación de energía para electricidad. Excede del presente estudio, el desarrollo técnico de energía solar mediante la absorción y transformación en calor. La obtención de energía mediante calor será abordada en un proyecto independiente al presente documento.

Para una correcta evaluación del recurso solar disponible en el emplazamiento, el responsable designado por la Conserjería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio, proporcionará al proyectista los consumos eléctricos mensuales lo más detallado posible, sirviendo estos para elegir los materiales más idóneos, capaces de ofrecer las mejores prestaciones, rendimientos y suficiencia tecnológica.

El proyecto contempla en todos sus apartados el cumplimiento de la normativa que en cada caso sea de aplicación. En el supuesto de cualquier variación o modificación no contemplada, se precisará de la aprobación del Director de Obra y de su correspondiente proyecto.

1.5 Antecedentes

El helipuerto de lucha contra incendios forestales comienza a prestar servicio en el año 2006, desde entonces hasta la actualidad las instalaciones han usado combustibles fósiles para cubrir sus necesidades energéticas.

El actual paradigma climático, empuja a realizar cambios en el modelo de obtención de la electricidad, eligiendo la fotovoltaica como motor de consumo. Esta fuente de energía, contribuye a la reducción de emisiones de CO₂ a la atmosfera, ayudando a cumplir objetivos y compromisos marcados en las distintas directivas europeas.

Revertir el escenario energético requiere apostar por las energías renovables, compromiso que tienen las administraciones públicas siendo un eje fundamental para un desarrollo sostenible y una seguridad de cara a un futuro abastecimiento.

1.6 Normativa aplicable

El marco jurídico que engloba a este proyecto es el siguiente:

Normativa comunitaria:

- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.
- Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Normativa nacional:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto Legislativo 1/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Decreto 1070/2015, de 27 de noviembre, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad operacional de aeródromos de uso restringido y se modifican el Real

Decreto 1189/2011, de 19 de agosto, por el que se regula el procedimiento de emisión de los informes previos al planeamiento de infraestructuras aeronáuticas, establecimiento, modificación y apertura al tráfico de aeródromos autonómicos.

- Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden de 24 de abril de 1986, por la que se regula el vuelo en ultraligero, como aeródromos restringidos especializados en la lucha contra incendios, no pudiéndose realizar operaciones de transporte comercial de pasajeros, carga o correo.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

Normativa autonómica:

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Anuncio de 11 de enero de 2013 por el que se da publicidad a la Circular de la Dirección General de Incentivos Agroindustriales y Energía de 20 de diciembre de 2012, por la que se aclara la normativa aplicable para la legalización de las instalaciones solares fotovoltaicas incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Asociación Española de Normalización (UNE):

Las normas UNE son de carácter voluntario, pero mediante su referencia en disposiciones legislativas, las Autoridades Reglamentarias puede decidir que su contenido, total o en parte, se convierta en de obligado cumplimiento. Las normas UNE que afectan a este proyecto son las siguientes:

- UNE-EN 61215:2006. Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646:2009. Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 62108:2011. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61730:2007. Parte-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.
- UNE-EN 62093: 2006. Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: 2001. Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- UNE-HD 60364-5-52:2014 Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

- UNE 21123-2:2017 Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.
- UNE 21123-4:2017 Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 4: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.
- UNE-EN 60332-1-2:2005/A1:2016 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
- UNE-EN 60332-3-24:2009 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría C.
- UNE-EN 60754-1:2014 Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Determinación del contenido de gases halógenos ácidos.
- UNE-EN 61034-2:2005/A1:2013 Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos.
- UNE-EN 60754-2:2014 Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Determinación de la acidez (por medida del pH) y la conductividad.
- UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.

Comisión Electrotécnica Internacional (IEC):

La IEC es una organización cuasi gubernamental sin fines de lucro, fundada en 1906, que desarrolla Normas Internacionales y opera sistemas de evaluación de la conformidad en los campos de la electrotecnología. Las normas que serán de aplicación según esta organización para este proyecto son las siguientes:

- IEC 60228:2004 Conductors of insulated cables.
- IEC 60754-2:2011+A1:2019 Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity.
- IEC 61034-2:2005+A1:2013+A2:2019 Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements.
- IEC 60332-1-2 :2004/A1:2015 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame.
- IEC 60332-3-24:2018/ISH1:2019 Interpretation sheet 1 - Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category C.
- IEC 60754-1:2011+A1:2019 Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Part 1: Determination of the halogen acid gas content.
- IEC 61427-1:2013 Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 1: Photovoltaic off-grid application.
- IEC 60896-11:2002 Stationary lead-acid batteries - Part 11: Vented types - General requirements and methods of tests.
- IEC 62116: 2014: Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

En el caso de no existir normativa aplicable, se tendrán en cuenta los siguientes elementos:

- Normas técnicas nacionales de transposición de normas europeas no armonizadas.
- Normas UNE.
- Recomendaciones de la Comisión Europea.
- Códigos de buenas prácticas.
- El Estado actual de la Técnica.

1.7 Titular de la instalación

La propiedad corresponde a la Junta de Extremadura. De la gestión se encarga el Servicio de Prevención y Extinción de Incendios dependiente de la Conserjería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio, que a su vez es el órgano que gestiona la lucha contra incendios en la región.

1.8 Características urbanísticas

1.8.1 Localización y superficie

La zona de actuación se ubica al norte de Cáceres, en la Comarca de Sierra de Gata concretamente se emplaza en las instalaciones de la Conserjería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio, concretamente, en el helipuerto de lucha contra incendios forestales en la localidad de Hoyos. El acceso a las instalaciones puede realizarse mediante la carretera provincial CC-4.1 que une las localidades de Perales del Puerto y Hoyos, a la altura del Cementerio de Hoyos. (Véase detalle Figura 1 Emplazamiento de la instalación fotovoltaica)

También se puede llegar mediante la vía intercomarcal EX 205 que une Valverde del Fresno con Hervás, a la altura del municipio de Hoyos, atravesando el municipio hasta llegar al cementerio municipal y tomar la pista asfaltada del polígono industrial Cañada Paleta, terminando en el helipuerto.

Las instalaciones se localizan en las siguientes coordenadas:

Tabla 1 Coordenadas de las instalaciones. Fuente: Elaboración propia.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM	
LATITUD	LONGITUD	X	Y
40°10'13" N	6°42'33" W	695.192	4.449.203

La actividad proyectada se encuadra en el polígono número 2, parcela número 249 del término municipal de Hoyos (Cáceres), con el siguiente número de referencia catastral 10103A0020024900010R.

La parcela catastralmente tiene una superficie total de 10.022 m². De esta superficie 9.502 m² están clasificados como terreno agrario, mientras que la superficie construida para el desempeño de la actividad la componen 520 m² de uso industrial. La parcela tiene una elevación de 456 m.s.n.m.

El emplazamiento se detalla en la siguiente figura:

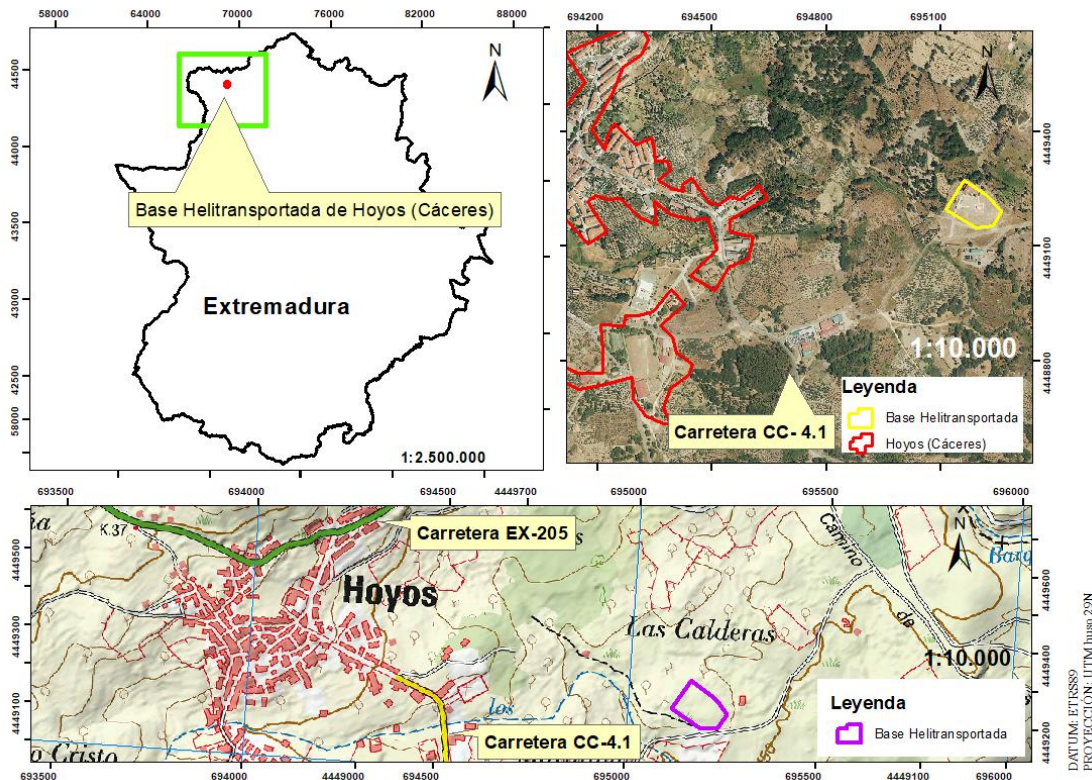


Figura 1 Emplazamiento de la instalación fotovoltaica. Fuente: Elaboración propia.

La situación y emplazamiento del proyecto puede visualizarse en mayor detalle mediante el Plano nº1 Situación y Emplazamiento.

1.8.2 Estado actual

El helipuerto de Hoyos es el situado más al noroeste de la región, su actividad está sujeta a las directrices de Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), así como las limitaciones que en el recinto proyectado puedan afectar a la seguridad y operatividad aérea.

La infraestructura está clasificada según el artículo 4 del Real Decreto 1070/2015, de 27 de noviembre, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad operacional de aeródromos de uso restringido y se modifica el Real Decreto 1189/2011, de 19 de agosto, por el que se regula el procedimiento de emisión de los informes previos al planeamiento de infraestructuras aeronáuticas, establecimiento, modificación y apertura al tráfico de aeródromos autonómicos, y la Orden de 24 de abril de 1986, por la que se regula el vuelo en ultraligero, como aeródromos restringidos especializados en la lucha contra incendios, no pudiéndose realizar operaciones de transporte comercial de pasajeros, carga o correo.

Los helipuertos de uso restringido dispondrán de al menos un área de aproximación final y despegue (FATO), despejada de obstáculos, con unas dimensiones adecuadas para el tipo de helicópteros, en el caso que nos ocupa, esta superficie es de 21 metros de largo y 21 metros de ancho. Tiene una pendiente de un 1% en su superficie para facilitar un rápido drenaje. Tendrá una resistencia suficiente para soportar cargas del helicóptero.

Además estos helipuertos dispondrán al menos de un área de toma de contacto y elevación inicial (TLOF). Esta superficie para este proyecto es de 10 m de diámetro.

El espacio aéreo alrededor de los helipuertos de uso restringido deberá mantenerse libre de obstáculos para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones de aeronaves previstas.

Las aproximaciones y despegues se realizarán utilizando alguna de las trayectorias definidas en el helipuerto; la trayectoria a 85° o la trayectoria a 235°.

Las edificaciones anexas a la plataforma; se clasifican en:

- Nave industrial es utilizada para el almacenamiento de vehículos y herramientas para el desempeño del trabajo.
- Anexo a la nave industrial, la base helitransportada dispone de una vivienda de uso estival, donde realizan su servicio y pernocta del piloto y mecánico encargados del helicóptero.
- El resto de habitaciones son utilizadas por los bomberos forestales o personal adicional especialista que prestan sus servicios en la citada base.

1.8.3 Condiciones urbanísticas

La parcela sobre la que se proyectan las actuaciones está clasificada como terreno rústico, atendiendo a la clasificación descrita en el artículo 6 del Real Decreto Legislativo 1/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario. En el interior de la misma, en la parte más al norte del solar, desde el año 2006 se encuentran construidas las edificaciones que sirven para prestar servicio público como base helitransportada en la comunidad. Estas construcciones según la normativa anteriormente citada se encuentran clasificadas como de uso principal industrial con una superficie de 520 m².

La actividad proyectada para el abastecimiento de energía eléctrica mediante uso fotovoltaico, no influye en la clasificación, debido a que los módulos fotovoltaicos se distribuyen por la cubierta de la nave industrial, siendo compatible con la actividad principal que se desarrolla en las instalaciones.

1.9 Diseño de la instalación

1.9.1 Balance energético

Para el adecuado dimensionado de la instalación fotovoltaica es necesario realizar una estimación de las necesidades energéticas, es decir, la demanda de energía que será necesaria para que la instalación pueda autoabastecerse y en base a estas premisas se dimensionarán los elementos fotovoltaicos que componen la instalación. Un correcto dimensionado tiene que tener en cuenta la producción energética, la radiación solar y el ángulo de inclinación óptimo para poder sacarle el mayor rendimiento posible a la instalación.

1.9.1.1 Estimación de las necesidades. Demanda de energía.

Las instalaciones sujetas a proyecto se ubican a 1 kilómetro del núcleo de población, en la actualidad ha estado funcionando mediante energía de combustibles fósiles. En valores de demanda energética existe un sobredimensionamiento energético para la superficie construida. La determinación de los consumos, una vez enumerados los receptores, se realiza mediante los datos aportados por la administración pública, estos consumos están desglosados por mes y horas y elemento receptor. (Reflejados en el Anexo I: Cálculos para el diseño de la instalación fotovoltaica). Posteriormente se estudia aquellos elementos receptores sobredimensionados, realizando un estudio de aquellos que son necesarios, acorde a la superficie construida, no teniéndose en cuenta para el cálculo de consumos, aquellos sobredimensionados.

1.9.1.2 Radiación solar

La radiación es transferencia de energía por ondas electromagnéticas y se produce directamente desde la fuente hacia fuera en todas las direcciones. Estas ondas no necesitan un medio material para propagarse, pueden atravesar el espacio interplanetario y llegar a la Tierra desde el Sol. (Agencia Estatal de Meteorología 2010)

En función de cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir diferentes tipos de radiación:

- **Radiación directa:** Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.
- **Radiación difusa:** Parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad.
- **Radiación reflejada:** La radiación reflejada es, como su nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.
- **Radiación global:** Es la radiación total. Es la suma de las tres radiaciones.

A continuación se refleja gráficamente las diferentes radiaciones para el emplazamiento del proyecto:

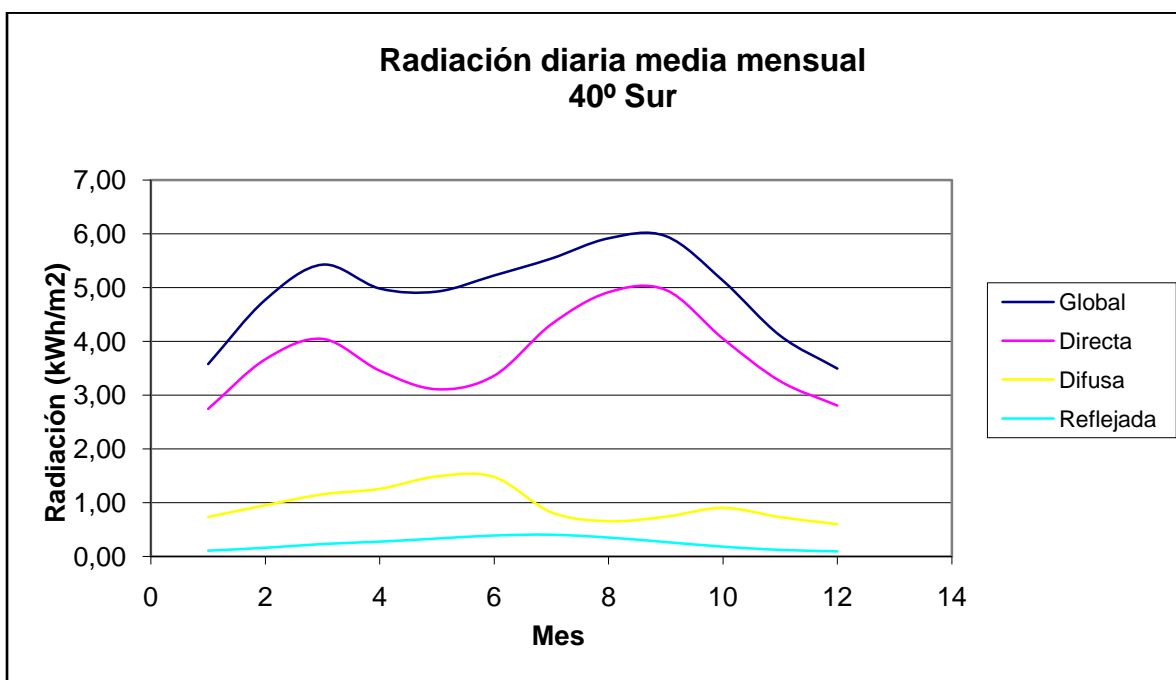


Figura 2 Radiación diaria media mensual. Fuente: Elaboración propia.

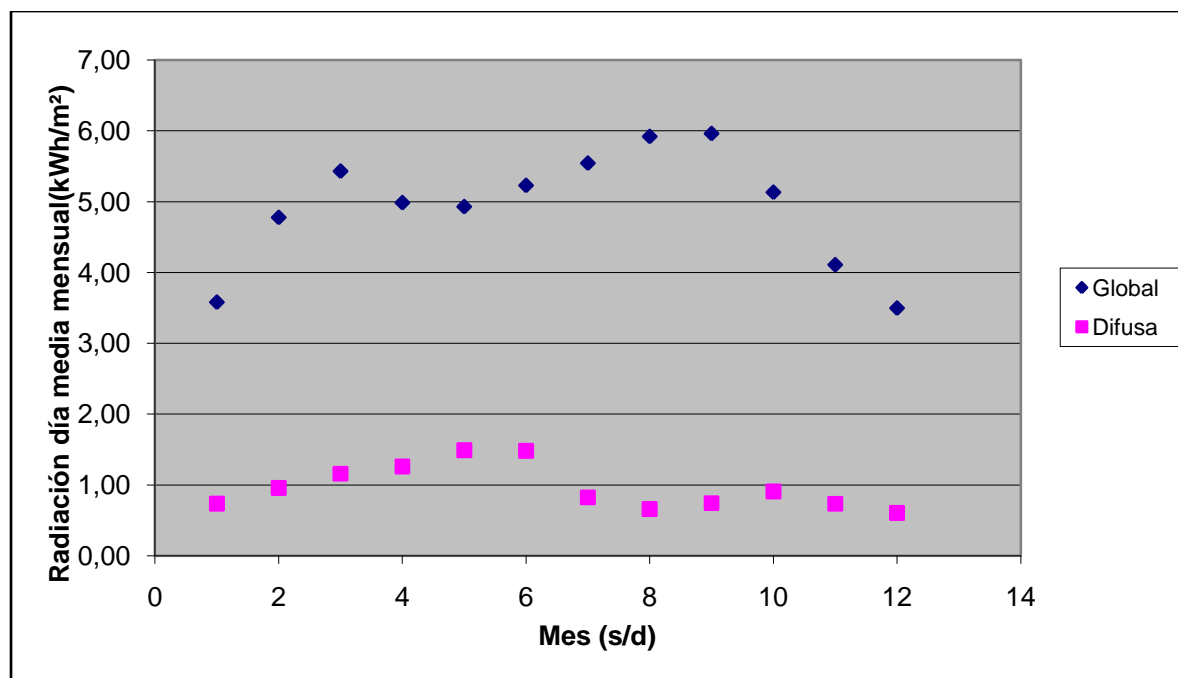


Figura 3 Radiación global y difusa del peor mes. Fuente: Elaboración propia.

Los datos de radiación usados se han obtenido de la página web <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>, que recoge los datos de estaciones meteorológicas de Europa y África. Respecto a los datos climáticos del lugar, se ha utilizado los datos recopilados de la estación de Cáceres de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Tabla 2 Radiación sobre plano horizontal. Fuente: Comisión Europea.

MES	RADIACIÓN SOBRE PLANO HORIZONTAL Hs (Wh/m²/día)
Enero	2060
Febrero	3150
Marzo	4580
Abril	5480
Mayo	6650
Junio	7800
Julio	8100
Agosto	7030
Septiembre	5320
Octubre	3580
Noviembre	2360
Diciembre	1810

Para el cálculo del ángulo óptimo de inclinación que deben tener los módulos fotovoltaicos se utilizan los datos que mayor media anual de radiación proporcionan, este ángulo para la zona elegida es de 60° con respecto al plano horizontal.

Los parámetros de radiación e inclinación son aspectos importantes a tener en cuenta, pues son factores que influirán en el cálculo del número de paneles solares.

1.9.1.3 Pérdidas y días de autonomía

Existen diversos factores que hacen que la producción eléctrica real sea menor de la esperada. A continuación se reflejan aquellos que pueden tener mayor importancia:

- **Orientación de los módulos fotovoltaicos:** La disposición del sistema módulos fotovoltaicos se establecerá sobre estructuras fijas, en la cubierta de la nave industrial de la base, por lo que la cantidad de radiación solar que los paneles pueden captar es menor que si estuvieran siempre perpendiculares a los rayos solares. La orientación e inclinación los módulos se ha optimizado en función de las necesidades, la colocación de los módulos fotovoltaicos se ha orientado de tal manera que dichos paneles tengan una orientación Sur. La inclinación será de 40° con respecto a la cubierta, quedando en una inclinación final de 60° con respecto al plano horizontal.
- **Sombreado de los paneles:** las sombras reducen considerablemente la radiación que reciben los módulos fotovoltaicos pudiendo originar grandes pérdidas de rendimiento por eso, este factor se ha solventado colocando los módulos en la cubierta de la nave de tal manera que no existen sombras entre las dos líneas de módulos fotovoltaicos.
- **Polvo sobre los módulos:** Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0 % al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 8 % cuando los módulos se "ven muy sucios". Estas pérdidas dependen de la inclinación de los módulos, cercanías a carreteras, etc. Sin embargo la ubicación de la instalación es una zona donde los vientos locales indican con fuerza por lo que el polvo que pueda quedar puede ser casi despreciable, además hay que considerar que al ser una base helitransportada, el aterrizaje y despeje del medio aéreo supone un movimiento de polvo, sin embargo las trayectorias para estas operaciones no discurren por encima de las construcciones.
- **Efecto de la temperatura en las células fotovoltaicas:** El rendimiento de los módulos fotovoltaicos disminuye con el incremento de la temperatura de trabajo a la que están sometidos. Al ser un elemento expuesto a la radiación solar de manera continuada es necesario que exista una buena ventilación, tanto por la superficie expuesta como por la parte posterior. Razón que justifica la ubicación de los módulos, en la cubierta.
- **Autoconsumos:** los reguladores de carga (inversores) presentan un cierto autoconsumo de entre 5 y 25 mA. Esto se suele estar incluido en las pérdidas relativas al rendimiento del inversor.
- **Rendimiento del inversor y consumo nocturno (en espera):** la transformación de energía no es perfecta, por eso se producen pérdidas. Los inversores usados en este proyecto presentan rendimientos mayores del 95% y consumos nocturnos nulos.

1.10 Descripción técnica de la instalación solar fotovoltaica

1.10.1 Relación de componentes de la instalación fotovoltaica.

Los componentes de una instalación fotovoltaica aislada son los siguientes: (Ibáñez Plana et al. 2005)

- **Subsistema de captación de energía:** formado por un conjunto de módulos o paneles fotovoltaicos, conectados convenientemente, para captar la energía procedente del sol y transformarla en energía eléctrica, en forma de tensión y corriente continua.
- **Subsistema de acumulación de energía eléctrica:** formado por el conjunto de baterías, capaces de almacenar la energía eléctrica para hacer frente a las demandas energéticas

en los periodos en los que no hay producción de energía. La fiabilidad global de la instalación depende en gran medida de buen funcionamiento de este subsistema.

- **Subsistema de regulación:** Este componente regula el flujo de electricidad desde los módulos fotovoltaicos hasta las baterías y desde las baterías a los receptores, además de mantener la batería plenamente cargada sin que sufra sobrecargas que la deteriorasen.
- **Subsistema de captación del suministro eléctrico:** su misión consiste en hacer compatible entre sí, las características eléctricas (tensión intensidad, frecuencia...) de los diferentes subsistemas que componen la instalación fotovoltaica, incluidos los receptores.

Si bien, los elementos descritos tienen perfectamente delimitada su función, existen otros capaces de afectar a estos o incluso a la instalación en su conjunto. Entre estos cabe mencionar:

- **Subsistema de transporte de la energía eléctrica:** es el encargado de transportar la energía a través de los distintos subsistemas de la instalación, mediante cables conductores de sección circular.
- **Subsistema de control, medida y protección:** es el encargado del correcto funcionamiento de la instalación de una manera fiable, segura y precisa mediante dispositivos de control, medida y protección.

1.10.2 Descripción de los equipos

En este apartado se describirán los diferentes equipos que componen la instalación fotovoltaica.

1.10.2.1 Módulos fotovoltaicos

1.10.2.1.1 Aspectos generales

Los módulos fotovoltaicos, son un conjunto de células conectadas convenientemente unas a otras, de tal forma que reúnen unas condiciones óptimas para su posterior utilización en sistemas de generación de energía, convirtiendo la luz solar en energía eléctrica.

Actualmente existe una amplia gama de células que utilizan diferentes materiales y estructuras, el objetivo perseguido es obtener la máxima eficiencia al mínimo coste. Se pueden distinguir los siguientes tipos:

- **Monocristalino:** está formada por un gran monocristal de silicio puro. Este cristal sólo se fabrica según el método de Czochralski. El rendimiento suele variar entre un 15% y un 18%. Es difícil construirlas lo que aumenta su precio.
- **Policristalino:** son muy similares a los módulos monocristalinos. Se aplica la misma teoría; la principal diferencia es el proceso de fabricación. Su rendimiento es más bajo, encontrándose en valores de 12 a 15% y su estructura no es tan ordenada de ahí la pérdida de eficiencia de rendimiento respecto a la anterior.
- **Amorfo:** es la forma no cristalina del silicio, son fabricados mediante el proceso de deposición de vapor para crear una fina capa de material de silicio de aproximadamente 1 µm de grosor en un material del sustrato tales como vidrio o metal. Su rendimiento es inferior al 10%, característica que repercute positivamente en su coste.

Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de variables como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento, por ello para la medida y comparación correcta de los diferentes módulos fotovoltaicos, se han definido unas condiciones

de trabajo nominal o estándar. Estas condiciones se han normalizado para una temperatura de funcionamiento de 25 °C y una radiación solar de 1.000 W/m², y los valores eléctricos con estas condiciones se definen como valores pico. Teniendo en cuenta que la unidad de potencia eléctrica es el vatio (W) y la potencia de un módulo fotovoltaico se expresa en vatios pico (Wp), y se refiere a la potencia suministrada en las condiciones normalizadas de 25 °C de temperatura y 1.000 W/m² de radiación solar.

En este proyecto se utilizarán 14 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino tipo N, capaz de alcanzar una potencia pico de 340 Wp, una tensión nominal de 48 V y una corriente máxima de 9,86 A. El módulo utiliza la tecnología CELLO que sustituye 3 barras colectoras por 12 alambres finos de manera que se mejora la potencia suministrada y la fiabilidad. La placa tiene una garantía de 25 años por lo que podrá cumplir con su función durante bastante tiempo hasta la necesidad de ser cambiada. Las características técnicas de los módulos elegidos pueden ser consultadas en el anexo II: Fichas técnicas, sin embargo a continuación se muestran las propiedades eléctricas más relevantes del módulo fotovoltaico:

Tabla 3 Propiedades eléctricas más relevantes del módulo fotovoltaico. Fuente: Elaboración propia.

PROPIEDADES ELÉCTRICAS	UNIDADES	MODELO LG 340 N1C-A5
Potencia máxima (P _{máx})	W	340
Tensión MPP V _{mpp}	V	34,5
Corriente MPP I _{mpp}	A	9,86
Tensión de circuito abierto V _{oc}	V	41,1
Corriente de cortocircuito I _{sc}	A	10,53
Eficiencia del modulo	%	19,8

Todos los paneles fotovoltaicos que integran la instalación serán de la misma marca y modelo. Atendiendo a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones del IDAE, la inclinación de los módulos solares quedara definida mediante el ángulo de inclinación β y el ángulo de azimut α .

- **Ángulo de inclinación β :** Ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para módulos verticales.

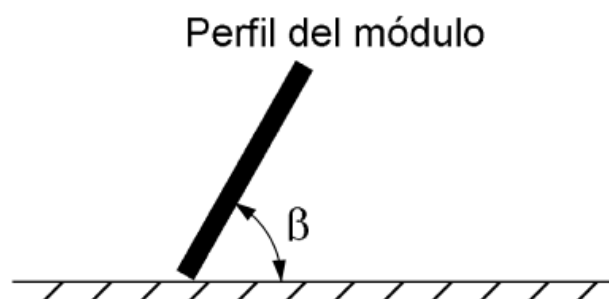


Figura 4 Ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Fuente: (IDAE 2009)

- **Ángulo de azimut α :** Ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 5). Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y +90° para módulos orientados al oeste.

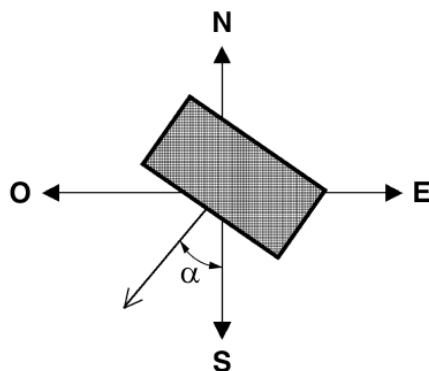


Figura 5 Ángulo de azimut α . Fuente: (IDAE 2009)

En esta instalación los módulos se insertaran sobre estructuras metálicas, sin seguimiento solar, con un ángulo de inclinación β de 60° sobre el plano horizontal y con un ángulo de azimut α de 0° , es decir, los generadores están orientados al Sur.

1.10.2.1.2 Fijación módulos

El sistema de anclaje de los módulos fotovoltaicos al perfil de la estructura y entre módulos fotovoltaicos será mediante prensor o grapa de aluminio (EN AW 6005A T6 crudo) y su fijación mediante tornillería de acero inoxidable (A2-70), se recomienda el uso de este material para prevenir la corrosión de los elementos. Las piezas a utilizar en los extremos de la estructura será el prensor regulable, mientras que entre módulos fotovoltaicos se utilizará el prensor central click.

Cada uno de los prensores o grapas consta de los siguientes elementos; Presor (5), Tornillo Allen M8 (11), Arandela M8 (14), Grower M8 (15) y Tuerca cuadrada M8 (13).

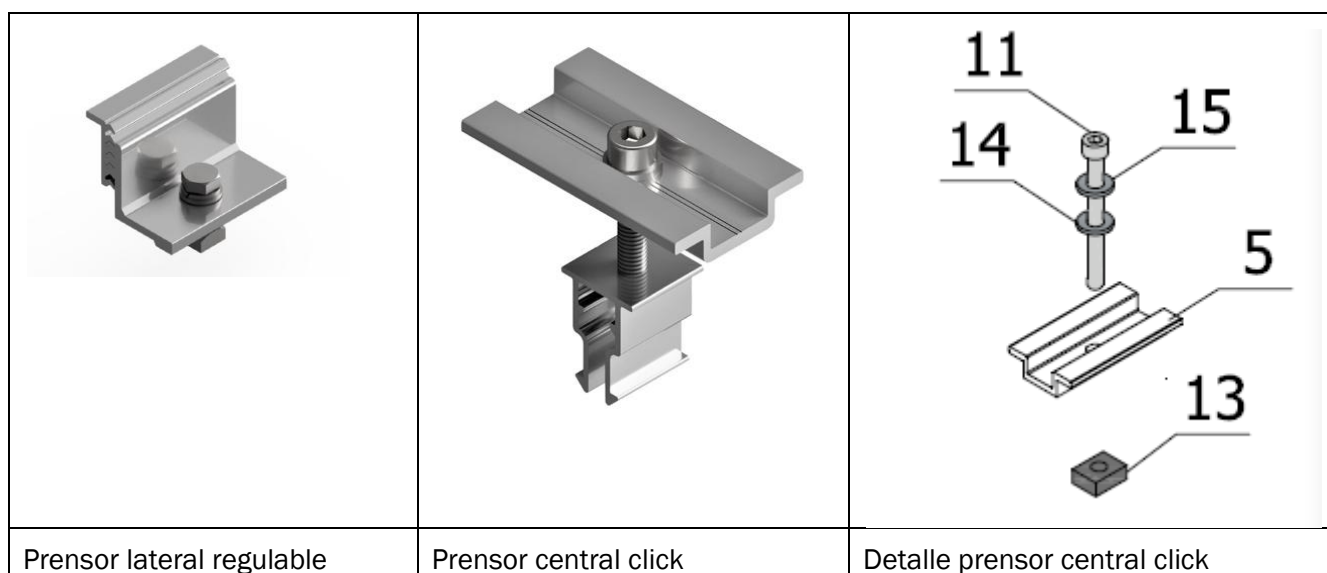


Figura 6 Sistema de anclaje de módulos fotovoltaicos. Fuente: Elaboración propia

1.10.2.1.3 Conexión entre los módulos.

Atendiendo a las características técnicas del generador elegido, se calcula la configuración más idónea para realizar el conexionado entre los diferentes módulos. El resultado matemático arroja que son necesarios 14 paneles fotovoltaicos, (el detalle del cálculo se especifica en el Anexo I: Cálculos para el diseño de la instalación fotovoltaica).

Los 14 módulos fotovoltaicos descansaran sobre estructuras a la inclinación óptima en la cubierta de la nave. La disposición visual sería en dos líneas; una fila con 6 módulos fotovoltaicos y la otra con 8 paneles fotovoltaicos.

La asociación entre módulos fotovoltaicos se ajusta al cálculo matemático reflejado en el Anexo I: Cálculos para el diseño de la instalación fotovoltaica. La conexión será 7 módulos en paralelo y 2 en serie, obteniendo una potencia pico del generador fotovoltaico de 4760 Wp, produciendo la energía eléctrica adecuada al voltaje de trabajo del inversor.

La unión de los módulos fotovoltaicos se realizará mediante los cables positivos y negativos que dispone cada módulo, terminados en conectores tipo MC4. La forma de conexión entre módulos se realizará siguiendo la polaridad, es decir, los módulos conectados en serie se unirán el conector tipo MC4 + con el conector tipo MC4 -, mientras que los módulos conectados en paralelo se unirán bajo la misma polaridad.

Para la unión de los módulos fotovoltaicos hacia el regulador se instalará una caja de conexión permitiendo la conexión entre los módulos conectados en paralelo y el regulador de manera sencilla y consiguiendo disminuir la cantidad de cable a emplear. Esta caja recoge el cableado proveniente de los módulos, que irán a un mismo regulador, obteniendo una única salida hacia este.

1.10.2.1.4 Rango de funcionamiento entre los módulos y el inversor

Un correcto diseño de la instalación, debe tener en cuenta el rango de funcionamiento óptimo entre los elementos de dicha instalación. El no trabajar en rangos adecuados de funcionamiento produciría menores rendimientos y en consecuencia menores producciones.

En el proceso de producción de energía se debe buscar siempre que sea posible el punto de máxima potencia (MPP), que es el punto de funcionamiento de máximo rendimiento teniendo en cuenta las características de los módulos fotovoltaicos y el inversor. Por tanto, a la hora de elegir inversor debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- La tensión que produce el string bajo $1000\text{W}/\text{m}^2$ y una temperatura de 25°C debe de estar dentro los límites que nos definen el Punto de Máxima Potencia (MPP). En este caso, como el inversor utilizado es el modelo Studer Xth 8000 W, el rango de tensiones al cual se mantiene el MPP está entre 38-68V.
- La tensión mínima del generador fotovoltaico tiene que ser superior a la tensión mínima de entrada del inversor. Como el sistema está trabajando a 48V y el rango de tensión mínima del inversor está entre 38 y 68V, es válido.
- La tensión en circuito abierto (Voc) debe de ser menor que la tensión máxima admitida por el inversor. La tensión de circuito abierto (Voc) es de 41,1 V y la tensión máxima del inversor es de 68V. Por tanto también cumple esta condición.

1.10.2.1.5 Emplazamiento de los módulos fotovoltaicos

El emplazamiento de los módulos fotovoltaicos obedece a criterios de operatividad del helipuerto, razón para no interferir en el área de aproximación final y despegue (FATO), en el área de toma de contacto y elevación inicial (TLOF), en el área de seguridad ni en las trayectorias descritas para el helipuerto. Eliminadas las zonas anteriormente descritas, la zona óptima proyectada para los módulos fotovoltaicos se sitúa en la cubierta sur de la edificación de uso industrial, como se muestra en el plano nº 3 Ubicación de módulos fotovoltaicos sobre la cubierta.

1.10.2.2 Regulador de carga

Este componente es el nexo de unión entre el flujo de electricidad que llega desde los paneles fotovoltaicos hasta los elementos de almacenamiento de la instalación, es decir, las baterías, y de estas a los receptores a través del correspondiente inversor.

Es el encargado de suministrar la tensión e intensidad adecuada al estado de carga de los acumuladores. Además, el regulador tiene la misión de mantener la batería plenamente cargada sin que sufra sobrecargas que pudieran deteriorarla.

En consonancia, a la instalación el regulador elegido es de la marca comercial MPPT Must Solar de 48V y 80A, concretamente el modelo PC18-8015F. Es un tipo de regulador de carga que ofrece un modo seguro y eficiente de carga de batería. Capaz de prolongar la vida de la misma y asegurará un rendimiento máximo de la instalación solar.

Las características técnicas del regulador puede consultarse en el anexo II: Fichas técnicas, sin embargo a continuación se muestran las propiedades eléctricas más relevantes del elemento:

Tabla 4 Propiedades eléctricas más relevantes del regulador de carga. Fuente: Elaboración propia

PROPIEDADES ELÉCTRICAS	UNIDADES	MODELO MPPT MUST SOLAR PC18-8015F
Voltaje a baterías	V	48
Voltaje máximo de entrada solar	V	145
Rango de voltaje de matriz de PV MPPT	V	60~130
Máxima potencia de entrada de PV (48V)	W	5000
Corriente de carga máxima	A	80
Eficiencia de conversión pico	%	98

1.10.2.2.1 Emplazamiento del regulador de carga

El emplazamiento del regulador de carga estará ubicado en el interior de la nave industrial donde van instalados los módulos fotovoltaicos, concretamente en un cuarto de obra de 12 m² al fondo izquierdo de dicha construcción. El regulador irá atornillado en la pared mediante los orificios superiores que dispone dicho aparato para tal fin.

1.10.2.3 Baterías

Las instalaciones basadas en fuentes de energía renovable fotovoltaica, en especial las que no se encuentran conectadas a la red eléctrica, necesitan un sistema de almacenamiento de energía para hacer frente a las demandas energéticas en los periodos donde no hay producción de energía (ausencia de insolación). Para hacer a estas circunstancias se utilizan acumuladores electroquímicos o baterías. La fiabilidad de la instalación fotovoltaica depende en gran medida del buen funcionamiento de estas.

Las baterías almacenan electricidad para ser usadas durante la noche o para satisfacer la demanda energética de las cargas cuando los módulos no están generando suficiente potencia para ello.

Las características más importantes desde el punto de vista de la instalación fotovoltaica son las siguientes:

- **Capacidad:** Es la cantidad de electricidad que puede obtenerse mediante la descarga total de una batería inicialmente cargada al máximo. La capacidad de un acumulador se mide en Amperios-hora (Ah), para un determinado tiempo de descarga. Para acumuladores fotovoltaicos es usual referirse a tiempos de descarga de 100 horas.
- **Capacidad energética:** es el número total de Wh que pueden ser extraídos de un acumulador plenamente cargado.
- **Régimen de carga/descarga:** es la corriente aplicada a la batería para restablecer/extraer la capacidad disponible. Este régimen está generalmente normalizado para la capacidad de la batería.
- **Tensión o voltaje:** la tensión de las baterías es distinta en circuito abierto (en vacío) y en carga. Las baterías suelen tener un voltaje nominal típicos de 2 a 24V, pudiéndose conectar distintas unidades en paralelo para ajustar la tensión requerida de la instalación.
- **Tensión de corte:** valor de la tensión para la cual finaliza la descarga del acumulador.
- **Profundidad máxima de descarga:** cantidad de energía extraída de un acumulador totalmente cargado durante una descarga, expresado en tanto por ciento respecto a la carga máxima. Las baterías fotovoltaicas de plomo-ácido suelen admitir una profundidad máxima de descarga de entre el 70 y 80%, cuando menos se produzcan éstas, mayor vida útil tendrá el acumulador.
- **Estado de carga:** es la capacidad disponible en una batería expresada en porcentaje respecto a la capacidad nominal.
- **Ciclos de vida:** número medios de ciclos que una batería puede soportar bajo determinadas condiciones, siendo un ciclo la secuencia de carga y descarga para una profundidad y régimen de descarga determinados.
- **Vida:** periodo medio de tiempo durante el cual un acumulador es capaz de operar, en unas determinadas condiciones, manteniendo la capacidad y el nivel de rendimiento.

Atendiendo a las características mencionadas para esta instalación se utilizarán acumuladores estacionarios de la marca OPzS Exide Classic Solar, más concretamente el modelo Solar 2.350, con una C₁₀₀ de 2300 Ah. Este acumulador de energía es una batería de plomo-ácido de bajo mantenimiento con electrolito líquido, con una vida útil de 2.000 ciclos (según IEC 896-1).

Las características técnicas de las baterías pueden consultarse en el anexo II: Fichas técnicas, sin embargo a continuación se muestran las propiedades eléctricas más relevantes del elemento:

Tabla 5 Propiedades eléctricas más relevantes del acumulador. Fuente: Elaboración propia.

PROPIEDADES ELÉCTRICAS	UNIDADES	MODELO OPZS Solar 2350
Tensión nominal	V	2
Capacidad nominal C ₁₂₀	Ah	2350
Resistencia interna	mOhm	0,24
Corriente de cortocircuito	A	8500
Numero de polos		2

En relación a las baterías hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Instalar las baterías en lugares ventilados, evitando la presencia de llamas cerca.
- Ajustar el nivel del electrolito a su altura adecuada, utilizando siempre agua destilada, nunca agua del grifo.
- Una vez conectada la batería se cubrirán las bornes con vaselina.
- No deben utilizarse conjuntamente baterías de distinto tipo cuando no estén preparadas para ello.
- Con el fin de prevenir posibles cortocircuitos, debe respetarse la polaridad.
- Las baterías deben estar colocadas por encima del nivel del suelo.

Las baterías deben reciclarse o tratarse al final de su ciclo de vida, de acuerdo con la normativa de eliminación de residuos correspondiente, para evitar contaminaciones causadas principalmente por el plomo.

1.10.2.3.1 Emplazamiento de las baterías

Los acumuladores se emplazarán en el interior de la nave industrial donde van instalados los módulos fotovoltaicos, concretamente en un cuarto de obra de 12 m² al fondo izquierdo de dicha construcción. Las baterías descasaran sobre bancadas galvanizadas construidas para este fin.

1.10.2.4 Inversor

El inversor es el dispositivo que convierte la corriente continua en corriente alterna, es imprescindible para alimentar a los receptores de la instalación.

El inversor se caracteriza principalmente por la tensión continua de entrada, en el mercado existen de 12, 24, 32 o 48 V, y suministran en la salida tensión alterna.

La forma de onda es una representación gráfica de la tensión suministrada por el inversor en función del tiempo, de la que puede extraerse los valores de amplitud y la frecuencia de tensión alterna generada.

Los inversores según la forma de onda se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **De onda cuadrada:** característica de algunos inversores económicos de baja potencia, aptos para la alimentación exclusiva de aparatos receptores de calor, (resistencias eléctricas, calentadores, secadores), así como lámparas incandescentes, etc.
- **De onda modulada:** también característica de inversores de baja potencia, pero con un espectro de posibles elementos de consumo más amplio que el tipo anterior, que incluye alumbrado, pequeños motores y equipos electrónicos no muy sensibles a la señal de alimentación.
- **De onda sinodal pura:** este tipo de inversores proporciona una forma de onda a su salida que, a efectos prácticos, se puede considerar idéntica a la red eléctrica general, permitiendo así la alimentación de cualquier aparato de consumo o, en su caso, la conexión a red.
- **De onda sinodal modificada (o trapezoidal):** intermedio entre los dos anteriores, permite ampliar el espectro de elementos de consumo y de potencia, limitado en el de onda cuadrada modulada.

El inversor seleccionado para esta aplicación es del fabricante Studer siendo el modelo XTH 8000-48, caracterizado por una tensión de salida sinusoidal pura y un rendimiento del 96%, con una frecuencia de entrada de 45-65 Hz.

Las características técnicas del inversor pueden consultarse en el anexo II: Fichas técnicas, sin embargo a continuación se muestran las propiedades eléctricas más relevantes del elemento:

Tabla 6 Propiedades eléctricas más relevantes del inversor. Fuente: Elaboración propia.

PROPIEDADES ELÉCTRICAS	UNIDADES	MODELO XTH 8000-48
Tensión nominal de batería	V	48
Rango de tensión de entrada	V	38 - 68
Corriente de carga máxima	A	120
Corriente máx. de entrada (relé de transferencia) / corriente máx. de salida	A	50 / 80
Rendimiento máximo	%	96

1.10.2.4.1 Emplazamiento del inversor

El inversor se emplazará en el interior de la nave industrial donde van instalados los módulos fotovoltaicos, concretamente en un cuarto de obra de 12 m² al fondo izquierdo de dicha construcción.

El inversor irá atornillado en la pared mediante los orificios superiores que dispone dicho aparato para tal fin.

1.10.2.5 Cableado

El cableado de la instalación cumplirá lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. La caída de tensión máxima admisible y la intensidad máxima admisible quedará fijada según las disposiciones de la ITC-BT-40. La intensidad máxima admisible para cada sección se seleccionará de acuerdo a la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

Se ha optado por cable unipolar con aislamiento de la marca Prysmian, modelos Afumex Easy (AS) y P-Sun 2.0, este último especialmente fabricado para aplicaciones fotovoltaicas.

El cable P-Sun 2.0 se utilizará para unir los paneles solares con las cajas de conexiones, ya que esta parte de la instalación se realizará bajo tubo al aire y este tramo está más sujeto a las inclemencias del tiempo. El resto de la instalación discurrirá bajo tubo empotrado, por eso se utilizará el conductor Afumex, que es más económico que el anterior.

Las características más destacables de estos cables son que soportan una tensión de 0,6/1 kV, son no propagadores de la llama, no propagadores de incendio, de baja emisión de humos y con aislamiento XLPE que soporta una intensidad máxima admisible mayor que el PVC. El Afumex es del tipo (RZ1-K (AS)) son de obligada instalación en locales de pública concurrencia y para líneas generales de alimentación.

El Afumex easy (AS) con las siguientes características:

- Norma de diseño: UNE 21123-4:2017 Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 4: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE-EN 60332-1-2:2005/A1:2016 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW, y su equivalencia internacional, IEC 60332-1-2:2004/A1:2015 Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame.
- No propagación del incendio: UNE-EN 60332-3-24:2009 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Categoría C, y su equivalencia internacional, IEC 60332-3-24:2018/ISH1:2019 Interpretation sheet 1 - Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category C.
- Libre de halógenos: UNE-EN 60754-1:2014 Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Determinación del contenido de gases halógenos ácidos, y su equivalencia internacional, IEC 60754-1:2011+A1:2019 Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Part 1: Determination of the halogen acid gas content.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454; $It \leq 1,5$.
- Baja emisión de humos opacos: UNE-EN 61034-2:2005/A1:2013 Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 2: Procedimientos de ensayo y requisitos, y su equivalencia internacional, IEC 61034-2:2005+A1:2013+A2:2019 Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions - Part 2: Test procedure and requirements.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE-EN 60754-2:2014 Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2: Determinación de la acidez (por medida del pH) y la conductividad, y su equivalencia internacional, IEC 60754-2:2011+A1:2019 Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Part 2: Determination of acidity (by pH measurement) and conductivity ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; $pH \geq 4,3$; $C \leq 10$ mS/mm.

Conductor:

- Metal: Cobre electrolítico recocido.
- Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados y su equivalencia internacional, IEC 60228:2004 Conductors of insulated cables.
- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente,

El cableado de la instalación se adecuara a las diferentes características técnicas calculadas en el Anexo I Cálculos para el diseño de la instalación fotovoltaica, en resumen tendrán las especificaciones descritas en la Tabla 7: Tramos de cableado.

Tabla 7 Tramos de cableado. Fuente: Elaboración propia.

TRAMOS	LONGITUD (m)	SECCIÓN CABLE (mm ²)	MATERIAL CONDUCTOR	AISLAMIENTO
Tramo D-C (módulos - caja de unión)	16	25	Cobre	EPR- XLPE
Tramo C-B (Caja de unión - Regulador)	12	150	Cobre	EPR- XLPE

Tramo B-A (Regulador-Acumulador)	13	150	Cobre	EPR- XLPE
Tramo A-E (Acumulador – Inversor)	9	185	Cobre	EPR- XLPE

1.10.2.6 Canalizaciones o tubos de protección

La protección del cableado se realizará mediante tubos de protección, deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables, de acuerdo a lo especificado en la figura 7, extraída del ITC-BT 21 del Reglamento electrotécnico de baja tensión, donde figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Figura 7 Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores a introducir. Fuente: ITC-21 del Reglamento electrotécnico de baja tensión.

El material empleado para la canalización de estos cables será el PVC, de la sección adecuada al grosor del cableado en cada uno de los diferentes tramos que componen la instalación y cumpliendo con la normativa vigente. (UNE-HD 60364-5-52:2014 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones).

Tabla 8 Canalizaciones. Fuente: Elaboración propia.

TRAMOS	LONGITUD (m)	DIAMETRO EXTERIOR (mm)	MATERIAL	CANTIDAD (unidad)
Tramo D-C (módulos - caja de unión)	16	32	PVC	6
Tramo C-B (Caja de unión – Regulador)	12	63	PVC	17
Tramo B-A (Regulador-Acumulador)	13	63	PVC	
Tramo A-E (Acumulador – Inversor)	9	63	PVC	

1.10.2.7 Protecciones

Las protecciones de los circuitos de corriente continua y corriente alterna se efectúan mediante fusibles, interruptores automáticos y dispositivos de protección contra sobretensiones.

Para proteger correctamente la instalación, hay que combinar los diferentes elementos de protección:

- ❖ **Fusible:** es un elemento que reacciona cuando experimenta un sobrecalentamiento fundiendo el metal o aleación de metal que contiene en su interior, facilitando la integridad del sistema y evitando incendios o problemas en el funcionamiento del sistema.
- ❖ **Magnetotérmico:** útil para la protección del circuito eléctrico, contra cortocircuitos y sobrecargas.

Para este cometido los dispositivos como el regulador o el inversor disponen de circuitería interna que se encarga de realizar esta tarea. Sin embargo debe protegerse todo el sistema. Para la corriente continua se utilizarán los denominados fusibles de fusión lenta, tipo gL-gG. Su función será la de proteger el cableado. Se conectarán al conductor activo, es decir al polo positivo.

- Se instalarán 2 portafusibles de 20 A, es decir un portafusibles por cada string, ya que la intensidad del conductor es 21,87 A. Y así lo refleja la ficha técnica del modulo fotovoltaico.

Pero además se protegerá la instalación con magnetotérmicos entre los diferentes tramos dispuestos de la siguiente manera:

- Tramo D-C se instalarán 1 magnetotérmico de 20 A, y la intensidad del conductor es 21,87 A., Se instalará también un descargador de sobretensiones adecuado. Y un interruptor diferencial adecuado a dicha intensidad.
- Tramo B-A se aplicará 1 magnetotérmico de 125 A, ya que la intensidad del conductor es 125,55 A. Además se incorpora un desconector de baterías.
- Tramo A-E se aplicará 1 magnetotérmico de 160 A, ya que la intensidad del conductor es 153,90 A.

1.10.2.7.1 Emplazamiento de las protecciones.

1.10.2.8 Puesta a tierra.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La toma de tierra estará diseñada conforme a lo dictado en la ITC-BT 18, estará formada por un conductor de 50 mm² de cobre desnudo que estará enterrado bajo la cimentación recorriendo la periferia del edificio. La longitud del cable será de 137 m y la resistencia de la puesta a tierra según los cálculos será de 21,89 Ω , muy por debajo de los 800 Ω máximos que se establecen para este tipo de instalaciones.

En el Anexo 1: Cálculos para el diseño de la instalación fotovoltaica se detallan los realizados para el dimensionado de la toma de tierra.

1.10.2.9 Estructura- soporte

Los módulos fotovoltaicos irán fijados a una estructura soporte de aluminio anodizado, cuya ventaja sobre las estructuras de aluminio crudo es la mayor resistencia a la corrosión, a la humedad y un acabado más estético. La estructura será triangular especialmente diseñada para facilitar el montaje de los módulos fotovoltaicos.

El sistema es un triangular, pre-ensamblado, de fácil montaje y regulable, para optimizar la energía recibida por los módulos fotovoltaicos, específica para cubiertas metálicas inclinadas.

Para el caso que nos ocupa, el diseño elegido es la estructura soporte del fabricante SUNFER, siendo el modelo CVE915XL, modelo compatible con módulos fotovoltaicos de hasta 72 células, con disposición para diferentes graduaciones (10° - 15° - 20° - 25° - 30° - 35°), capaz de ajustarse a los requerimientos técnicos necesarios.



Figura 8 Estructura soporte Sunfer CVE915XL. Fuente: Ficha técnica del producto.



Figura 9 Detalle de graduación de la estructura: Fuente: ficha técnica del producto

Sobre los soportes triangulares se fijarán los carriles o guías (Perfil RCVE 4.0) sobre los que se anclan los módulos fotovoltaicos.

El sistema de fijación de la estructura soporte a los módulos fotovoltaicos se realiza mediante grapas intermedias y finales, de manera que cada pieza omega sujetará como máximo a dos paneles. La tornillería es desmontable, con sistema autoblocante mecánico y con arandela de presión.

1.10.2.9.1 Situación de las estructuras soporte

Los soportes triangulares sobre los que descansan los módulos fotovoltaicos se situarán en la cubierta sur de la nave industrial, con una formación de dos líneas de módulos paralelas entre sí, con 6 módulos en una línea y 8 en la otra línea. Los soportes triangulares se colocarán con una separación de 3 metros y medio, para evitar que la línea superior pueda ser sombreada por los módulos fotovoltaicos paralelos. Para la fijación de la estructura triangular a la cubierta metálica tipo "Sandwich" se utilizará un perfil de aluminio anclando la estructura triangular, el perfil y la cubierta con tornillería de acero inoxidable.

1.10.2.10 Grupo electrógeno.

La instalación de un grupo electrógeno contrapone la finalidad del proyecto, entendiéndose esta como la búsqueda hacia una base de lucha contra incendios libre de energía fósil, y adaptada a la energía verde, es decir la energía renovable fotovoltaica. No obstante se proyecta esta herramienta como respaldo en caso de que surjan cargas imprevistas y para ayudar a recargar las baterías con el fin de que no bajen de un determinado valor de carga, se ha decidido la instalación de un grupo electrógeno. Manteniendo en todo momento un correcto servicio.

El grupo electrógeno que se adapta mejor a los requerimientos técnicos de la instalación será la de la marca española Genergy, modelo Guardian FR6. Este grupo tiene potencia de 6500W, suficiente para alimentar todos los consumos que en un momento determinado tenga la instalación a la vez que recarga las baterías. Además, dispone de arranque automático por contacto, es decir, ante una orden del inversor es capaz de arrancar de forma autónoma y suministrar energía sin intervención humana, por lo que es el generador adecuado para este tipo de instalaciones.

Las características técnicas estarán recogidas en el Anexo 2: Fichas técnicas.

1.11 Plan de mantenimiento

1.11.1 Mantenimiento de los componentes de la instalación.

El objeto de establecer una serie de actuaciones sobre el correcto mantenimiento de los diferentes componentes de la instalación, no es otra que garantizar la mayor productividad posible de la instalación solar fotovoltaica, de manera que se minimicen los tiempos de parada por avería o mal funcionamiento de la misma y reducir los costes asociados.

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos puede clasificarse en función de su carácter:

- **Mantenimiento preventivo:** el objetivo es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos o averías de un sistema del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran, realizando operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

- **Mantenimiento correctivo:** todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. El proceso de mantenimiento correctivo se inicia con una avería y un diagnóstico para determinar la causa del fallo. Es importante determinar qué es lo causó el problema, a fin de tomar las medidas adecuadas, y evitar así que se vuelva a producir la misma avería.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

El Plan de mantenimiento correctivo lo engloban todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos estipulados o a requerimiento por parte del usuario por avería grave en la instalación.
- Las reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del mantenimiento obligado por parte del adjudicatario. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento de la instalación fotovoltaica se realizará siempre de acuerdo con lo estipulado en el Pliego de Condiciones Técnicas, cubriendo tanto el mantenimiento preventivo, como el correctivo y el reglamentario o legal y siempre realizado por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

Las operaciones de mantenimiento realizadas deberán quedar registradas en un libro de mantenimiento de la instalación.

Se dispondrá de un stock de repuestos, útiles y herramientas necesarias para cumplir con las labores de mantenimiento, acordes al tamaño de la instalación.

1.12 Recepción y garantía de las obras

El plazo de garantía que se propone para la instalación será un período mínimo de tres años para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años. La garantía del rendimiento de la instalación será por 25 años, contado a partir de la fecha de recepción de la misma.

DOCUMENTO N°1 : ANEXOS

ANEXO 1: Cálculos para el diseño de la instalación fotovoltaica

Anexo 1: Cálculos para el diseño de la instalación fotovoltaica.

1. Estudio preliminar.

Consistirá en la realización de un análisis previo al dimensionado definitivo cumpliendo satisfacer los consumos energéticos de la instalación con el mínimo número de paneles y capacidad de la batería.

El dimensionado de un sistema fotovoltaico hace referencia al proceso de cálculo y selección de los distintos componentes y subsistemas que constituyen una instalación fotovoltaica, al ser una instalación autónoma el método utilizado para el cálculo y el dimensionado de la instalación será el denominado método del peor mes o del mes más desfavorable.

2. Método del peor mes o del mes más desfavorable.

Este método consiste en dimensionar el sistema para favorecer las demandas de energía eléctrica durante la temporada más desfavorable, consiguiendo así cubrir las necesidades energéticas durante el resto del año. Como unidad de tiempo se tomara, un mes, dimensionándose el sistema para cubrir las necesidades energéticas durante el peor mes, es decir, aquel en el que la relación entre el promedio diario de las necesidades de energía eléctrica y la radiación media diaria disponible resulta más desfavorable.

Los puntos que deben aplicarse al método son los siguientes:

- A. Determinación del promedio de la energía eléctrica diaria solicitada por la instalación receptora, para cada mes, E_{elec} , expresada en Wh/día
- B. Determinación del promedio de irradiación diaria disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos de cada mes, H_s , expresada en Wh/m²/día
- C. Determinación del peor mes o del mes más desfavorable.
- D. Elección del panel fotovoltaico.
- E. Cálculo del número de módulos o paneles fotovoltaicos necesarios y de la potencia total instalada en el subsistema de captación o campo fotovoltaico.
- F. Cálculo del número de módulos conectados en serie y el número de módulos conectados en paralelo.
- G. Dimensionado del subsistema de acumulación de energía eléctrica.
- H. Dimensionado del subsistema de regulación.
- I. Dimensionado del subsistema de adaptación del suministro eléctrico.
- J. Dimensionado del subsistema de transporte de la energía eléctrica.
- K. Diseño y dimensionado del subsistema de control, medida y protección.

A. Determinación del promedio de la energía eléctrica diaria solicitada por la instalación receptora, para cada mes, E_{elec} , expresada en Wh/día

En este apartado se refleja la estimación, para cada mes, del promedio de la energía eléctrica diaria que necesita la instalación receptora para su funcionamiento. En la siguiente tabla se muestran los elementos receptores que la instalación dispone, así como los consumos de los mismos y su desglose mensual.

Los consumos mensuales han sido facilitados por el Servicio de Prevención y Extinción de Incendios, dependientes de la Conserjería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio. Para proporcionar los consumos el servicio ha realizado un inventario de todos los receptores que se alimentaran mediante la instalación fotovoltaica, indicando la potencia de cada elemento en vatios (W), el número de receptores de idéntica tipología existentes en la instalación y las horas aproximadas de funcionamiento.

Para no sobredimensionar la instalación y reducir el coste económico de la instalación, es decir, que la instalación pueda funcionar correctamente al mínimo coste, se tomara como pauta a seguir que el microondas no funcionara al mismo tiempo que el aire acondicionado.

Tabla 9 Consumos del helipuerto de Hoyos (Cáceres). Fuente: Conserjería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio.

[illegible]

B. Determinación del promedio de irradiación diaria sobre plano horizontal disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos de cada mes, H_s , expresada en $Wh/m^2/día$.

Para estimar, para cada mes la H_s correspondientes se utilizaran los datos de radiación de la página web <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, donde se recogen los datos de irradiación sobre el plano horizontal, capaz de proporcionar datos para la ubicación concreta de la instalación. Dichos datos han sido posteriormente procesados para adaptarlos a las unidades correspondientes. A continuación se detalla la tabla proporcionada por la web y que ha servido de apoyo para los cálculos:

Lugar: 40°10'13" Norte, 6°42'33" Oeste, Elevación: 456 m.s.n.m.

Mes	Hh	Hopt	H(90)	lopt	TL	D/G	TD	T24h	NDD
Ene	2060	3530	3570	63	2.7	0.42	9.2	7.4	293
Feb	3150	4800	4340	56	3.0	0.36	9.7	7.7	234
Mar	4580	5790	4270	43	3.1	0.40	13.0	11.0	152
Abr	5480	5940	3350	27	3.4	0.36	16.3	14.3	123
Mayo	6650	6460	2800	15	3.8	0.33	20.1	18.1	25
Jun	7800	7130	2530	7	3.8	0.25	24.5	22.7	2
Jul	8100	7600	2740	10	3.9	0.19	28.8	26.8	0
Ago	7030	7350	3550	23	3.7	0.21	28.3	26.2	1
Sep	5320	6500	4340	38	3.8	0.26	24.1	21.9	28
Oct	3580	5080	4270	52	3.4	0.36	18.9	16.7	104
Nov	2360	3900	3820	61	2.9	0.40	13.1	11.1	263
Dic	1810	3240	3380	65	2.7	0.44	10.0	8.0	298
Año	4830	5610	3570	35	3.4	0.30	18.0	16.0	1523

Hh: Irradiación sobre plano horizontal ($Wh/m^2/día$)

Hopt: Irradiación sobre un plano con la inclinación óptima ($Wh/m^2/día$)

H(90): Irradiación sobre plano inclinado:90grados ($Wh/m^2/día$)

lopt: Inclinación óptima (grados)

TL: Turbidez de Linke (-)

D/G: Ratio entre la irradiación difusa y la global (-)

TD: Temperatura media del día ($^{\circ}C$)

T24h: Temperatura media diaria (24h) ($^{\circ}C$)

Figura 10 Radiación para el helipuerto de hoyos. Fuente: Comisión Europea.

C. Determinación del peor mes o del mes más desfavorable.

Para la determinación del peor mes o del mes más favorable, inicialmente se debe calcular para cada uno de los meses del año, el cociente entre el consumo medio diario de energía eléctrica, E_{elec} y el promedio de la radiación diaria disponible en la ubicación de los módulos fotovoltaicos, H_s .

$$Y = E_{elec}/H_s$$

Expresando los valores de E_{elec} en KWh y H_s en horas pico, el resultado obtenido se expresa en unidades de potencia, es decir en kW, representando la potencia del generador solar necesario para que la energía media diaria producida por el campo fotovoltaico sea igual a la energía diaria consumida por los receptores.

Tabla 10 Cálculo de Y mensual. Fuente: Elaboración propia.

	ENERO	FEBRERO	MAR-ZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS-TO	SEPTIEM-BRE	OCTUBRE	NOVIEM-BRE	DICIEM-BRE
E elec (Kwh)	14,42	13,86	13	21	20,2	22	23	23	23	21,2	13,86	14,79
Hs (kwh/m ²) o (h)	3,58	4,77	5,43	4,98	4,93	5,23	5,54	5,92	5,96	5,13	4,11	3,49
Y (m ² o kw)	4,03	2,90	2,47	4,19	4,10	4,23	4,12	3,85	3,83	4,13	3,38	4,24

El sistema fotovoltaico se dimensiona para cubrir las necesidades durante el mes peor o más desfavorable, es decir, aquel en el que la relación entre el promedio diario de las necesidades de energía eléctrica (E elec) y la radiación (Hs), o sea el mes que corresponda con la Y más elevada. En este proyecto la Y máxima, corresponde con el mes de Diciembre, cuyo valor es de 4,24.

D. Elección del módulo fotovoltaico.

Para la elección del módulo fotovoltaico se hace imprescindible conocer el modelo de panel fotovoltaico que será utilizado en la instalación.

Los cálculos y el dimensionado que se desarrollaran serán a partir del peor mes, es decir, se escogerán en nuestro caso, los valores del mes de Diciembre.

En primer lugar se calcula la potencia pico escogida, P mod (Wp), debe recordarse que la potencia pico de un panel es la potencia que produce el panel medida en unas condiciones estándar que suponen una radiación incidente de 1.000 W/m². La energía producida, durante una hora, por un panel de potencia pico P mod (Wp), sobre el que incide una radiación solar de una intensidad igual a 1000 W/m² es igual a P mod (Wh). La energía producida de una hora es: Hs * P mod (Wh).

Consiguientemente si la demanda media diaria de la energía eléctrica de los receptores es E elec, simplificando queda lo siguiente:

$$N_{mod} = 1,1 * \frac{Y_{max}}{P_{mod} (Wp)} = 13,70 \cong 14 \text{ módulos}$$

El coeficiente 1,1 es un factor de seguridad para hacer frente a imprevistos y a la depreciación de las prestaciones de los diferentes componentes del sistema fotovoltaico.

Resolviendo la ecuación queda que la instalación fotovoltaica necesita para satisfacer las demandas energéticas 14 módulos fotovoltaicos, de las características escogidas según se detalla en el anexo de fichas técnicas.

E. Cálculo del número de módulos conectados en serie y el número de módulos conectados en paralelo.

El dimensionamiento de los módulos fotovoltaicos debe adecuarse a la tensión de trabajo del subsistema de acumulación (VT, acu). En este estudio la tensión de trabajo de los módulos fotovoltaicos es de 34,5 V, entonces el número de módulos fotovoltaicos que deberán conectarse en serie para que la tensión de salida del campo fotovoltaico iguale a la tensión de las baterías será el siguiente:

$$N_{s,mod} = \frac{V_{T,acu}}{V_{mod}} = \frac{48}{34,5} = 1,39 \cong 2 \text{ módulos}$$

El resultado es que se colocaran dos módulos fotovoltaicos en serie.

El número de módulos conectados en paralelo, $N_{p,mod}$, es el número de ramas o conjuntos de número de módulos conectados en serie que deberán conectarse en paralelo, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$N_{p,mod} = \frac{N_{mod}}{N_{s,mod}} = \frac{14}{2} = 7 \text{ módulos}$$

Para este estudio el número de módulos fotovoltaicos conectados en paralelo será de siete paneles fotovoltaicos.

El número final de módulos vendrá expresado como el producto de los módulos en serie y los módulos en paralelo, siendo el resultado un número entero. En este proyecto la instalación fotovoltaica constara de un total de 14 módulos fotovoltaicos como se indica en la siguiente ecuación:

$$N_{mod} = N_{s,mod} * N_{p,mod} = 2 * 7 = 14 \text{ módulos}$$

Conocidos los módulos que irán conectados en serie y en paralelo se calculan los principales parámetros eléctricos totales del subsistema de captación de energía; estos parámetros son los siguientes:

- Potencia pico total del subsistema de captación de energía, P_{gen} :

$$P_{gen} (Wp) = N_{s,mod} * N_{p,mod} * P_{mod} = 14 * 48 = 4760 Wp$$

- Intensidad pico total de salida del subsistema de captación de energía, $I_{p,gen}$:

$$I_{p,gen} (A) = I_{p,mod} * N_{p,mod} = 9,86 * 7 = 69,02 A$$

- Intensidad total de cortocircuito del subsistema de captación de energía, $I_{sc,gen}$:

$$I_{sc,gen} (A) = I_{sc,mod} * N_{p,mod} = 10,53 * 7 = 73,71 A$$

- Tensión nominal total de salida del subsistema de captación de energía, V_{gen} :

$$V_{gen} (V) = V_{mod} * N_{s,mod} = 48 * 2 = 96 A$$

- Tensión pico total de salida del subsistema de captación de energía, $V_{p,gen}$:

$$V_{p,gen} (V) = V_{p,mod} * N_{s,mod} = 34,5 * 2 = 69 A$$

- Total en circuito abierto del subsistema de captación de energía, $V_{oc,gen}$:

$$V_{oc,gen} (V) = V_{oc,mod} * N_{s,mod} = 41,1 * 2 = 82,2 A$$

F. Dimensionado del subsistema de acumulación de energía eléctrica.

Haciendo alusión al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, los locales donde se dispone de baterías de acumuladores, con posibilidad de desprendimiento de gases, se consideran como locales o emplazamientos de riesgo de corrosión debiendo cumplir con lo dispuesto en (ITC-BT-30) para estos locales.

Para realizar el dimensionamiento del subsistema de acumulación de energía eléctrica, se deben conocer o fijarse los siguientes parámetros:

- PD max: Profundidad máxima de descarga profunda u ocasional, expresada en tanto por uno. Para esta instalación se ha fijado un valor de 0,8, que suele ser el valor en el que

suele estar comprendido para los acumuladores escogidos, es decir, acumuladores de plomo-ácido.

- VT, acu: Tensión de trabajo del subsistema de baterías, se expresa en voltios y para la presente instalación se ha escogido una tensión nominal de 48 V, al ser la que más de adecua para los consumos facilitados.
- V acu: Tensión nominal de cada elemento acumulador o vaso. Para las baterías de plomo-ácido dicho valor se sitúa en 2V.
- ND: Número de días de autonomía de las baterías, es decir, cantidad de días que la instalación receptora puede abastecerse de la energía eléctrica suministrada exclusivamente por las baterías. Los expertos en la materia fijan este valor entre 3 y 10 días, por tanto para la instalación en cuestión se fijara en 4 días.
- E elec, máx: promedio de la energía eléctrica diaria solicitada por la instalación receptora para el peor mes en el que el consumo de los receptores es máximo. Para la instalación que se aborda el peor mes sería el mes de Diciembre.

$$E_{acu} (kWh) = 1,1 * \frac{(ND * E_{elec, max})}{PD_{max}} = 1,1 * \frac{4 * 14,79}{0,8} = 81,38 (kWh)$$

$$CB (Ah) = \frac{E_{acu}}{VT_{acu}} h$$

$$CB (Ah) = \frac{E_{acu}}{VT_{acu}} * 1000 = \frac{81,38}{48} * 1000 = 1695,45 (Ah)$$

El número de baterías necesarios para que la instalación funcione correctamente se calcula mediante la siguiente expresión.

$$NB = \frac{VT_{acu}}{V_{acu}} = \frac{48}{2} = 24 \text{ baterías}$$

G. Dimensionado del Subsistema de regulación.

Para poder dimensionar la instalación correctamente se deben conocer los valores nominales de tres parámetros eléctricos fundamentales y comunes a todos los inversores. Estos parámetros son:

- Tensión nominal de trabajo del regulador, (V reg), que debe coincidir con las tensiones nominales de los subsistemas de captación de energía (V gen) y con el de acumulación (VT acu).

$$V_{reg} = V_{gen} = VT_{acu}$$

- Intensidad nominal del interruptor de conexión y desconexión de la corriente eléctrica desde el generador fotovoltaico hacia el subsistema de acumulación, debe ser igual a la máxima intensidad de corriente que es capaz de suministrar el campo fotovoltaico. Sin embargo las intensidades deben sobredimensionarse por un factor adicional de 1,25 para que los conductores trabajen al 80% de su capacidad.

$$V_{reg \text{ max}} (V) = 1,25 * V_{oc, gen} = 1,25 * 82,2 = 102,75 V$$

$$I_{reg\ gen - acu} (A) = 1,25 * I_{sc, gen} = 73,71 A$$

- Intensidad nominal del interruptor de acoplamiento entre las baterías y los receptores que debe ser como mínimo igual a la intensidad total absorbida por la instalación receptora.

H. Dimensionado del subsistema de adaptación del suministro eléctrico.

El inversor se caracteriza por dos potencias características, bien definidas:

- Potencia en servicio continuo, es decir, la potencia nominal del propio inversor de manera continuada para satisfacer la demanda de potencia de todos los receptores que podrán ser utilizados o puestos en funcionamiento en el mismo espacio- tiempo. Si bien es recomendable un cierto sobredimensionamiento del inversor para que el sistema pueda funcionar asumiendo receptores imprevistos en un normal funcionamiento simultáneo, en consecuencia se establece sobredimensionarlo un 25%, resultando la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Potencia Nominal (W)} &= \text{Potencia max} + (\text{Potencia max} * 0,25) \\ &= 3651 + (3651 * 0,25) = 4563,75 W \end{aligned}$$

$$\text{Intensidad (A)} = \frac{\text{Potencia nominal}}{\text{Voltaje inversor}} = \frac{3651}{48} = 95,07 A$$

- Potencia Pico: se define como la máxima potencia eléctrica que el elemento fotovoltaico puede generar ante unas condiciones estándar de medida.

I. Dimensionado del subsistema de transporte de energía eléctrica.

El dimensionado de los conductores que constituyen el subsistema de transporte de la energía eléctrica debe realizarse cumpliendo con el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y con las Instrucciones Técnicas complementarias: ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-19.

Por la singularidad de las instalaciones fotovoltaicas merece hacer mención en lo que a dimensionado de conductores se refiere, el subsistema de captación fotovoltaica y las conexiones entre las baterías y el regulador e inversor, prestando especial atención a los valores de la máxima intensidad y tensión a la que se verán sometidos los conductores.

$$I_{max, mod} = 1,25 * I_{sc, mod} = 1,25 * 10,53 = 13,16 A$$

$$I_{conductor, mod} \geq 13,16 A$$

$$I_{conductor, gen} = 1,25 * I_{sc, gen} = 1,25 * 73,71 = 92,13 A$$

La sección de los conductores, de cada línea debe ser establecida mediante la aplicación de los siguientes criterios, adaptándose la mayor de las secciones obtenidas en el cálculo:

- a) Intensidad máxima admisible por los conductores en régimen permanente.
- b) Caída de tensión máxima admisible.
- c) Intensidad máxima admisible por los conductores en caso de cortocircuito.

Se escoge la instalación de cables formados por conductores flexibles de cobre (Cu), aislados con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo (PVC), fabricados de conformidad con la norma UNE 21123-2:2017 Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta

de policloruro de vinilo. De acuerdo con lo especificado en la norma, la temperatura máxima admisible en los conductores de estos cables, en servicio permanente es de 90°C, y en cortocircuito puede llegar a los 250°C.

Tabla 11 Intensidades máximas en régimen permanente para cables formados por conductores flexibles de Cu, asilados con polietileno reticulado (XLPE). Fuente: (Ibáñez Plana et al. 2005).

SECCIÓN NOMINAL (mm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA (A) (T mx.conductor:90°C) DOS CABLES UNIPOLARES	Intensidad máxima (A) (T cond:75°C) DOS CABLES UNIPOLARES
1,5	27	18
2,5	36	25
4	48	33
6	64	44
10	85	59
16	115	80
25	155	108
35	190	133
50	225	157
70	285	199
95	350	245
120	405	283
150	465	325
185	535	374
240	630	441
300	730	511
400	840	588

A estas intensidades, se les debe de aplicar dos factores de corrección:

- Factor de corrección por la temperatura ambiente distinta a 40°C. Este factor supone que el aire que rodea a los conductores tiene una temperatura mayor que la temperatura promedio del aire, y en el caso de días calurosos puede ser localmente de unos 50°C. El factor de corrección a aplicar para temperaturas del aire de 50°C es de 0,9.
- Factor de corrección para cables expuestos al sol. El coeficiente que deberá aplicarse en un cable expuesto al sol es muy variable. Se recomienda 0,9.

Para poder aplicar los criterios descritos anteriormente a cada uno de los elementos de la instalación fotovoltaica, dividiéremos esta en tramos, recogidos en tabla 7, una vez seccionada se aplican los criterios descritos.

A continuación se realiza el cálculo en base a lo descrito anteriormente, eligiendo de entre los criterios aquel que sea más restrictivo.

Tramo D-C (módulos - caja de unión)

Criterio A

Se calcula la intensidad que circula a lo largo de la línea:

$$I_{conductor, mod} = 1,56 \cdot I_{sc, 14 mod} = 1,56 \cdot 10,53 = 16,42 A$$

Según la tabla 11 se escoge el conductor de 1,5mm² de sección nominal. La intensidad máxima que admite es:

$$I_{M\acute{a}x} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 27 = 21,87 A > 16,42 A$$

$$S = 1,5 mm^2$$

Criterio B

A lo largo de la línea por la que circula una cierta intensidad de corriente se produce una caída de tensión, que en el caso de líneas de corriente continua viene dada por la expresión:

$$\Delta V = \Delta_{inicio} - \Delta_{final} = 2RI$$

En este tramo la longitud de la línea es de 16 metros.

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0,01724 \cdot \frac{16}{1,5} = 0,18 \Omega$$

$$\Delta V = 2RI = 2 \cdot 0,18 \cdot 16,42 = 6,04 V (1,8\%)$$

Teniendo en cuenta la longitud de este tramo, la caída de tensión se pone al 0,96% para que la instalación total no supere el 3% de la caída de tensión que está establecido por ley.

$$\text{a } 0,96 \% \rightarrow \Delta V = 0,46 V$$

La sección del cable:

$$S = 2\rho \cdot L \cdot \frac{I}{\Delta V} = 2 \cdot 0,01724 \cdot 16 \cdot \frac{16,42}{0,46} = 19,66 mm^2 \rightarrow 25 mm^2$$

Así de los dos criterios se escoge el que determina la sección mayor, en este caso sería el de 25 mm².

Criterio C

Primero se escoge la sección más restrictiva de los dos criterios anteriores, en este caso es 25 mm², y se mira cuál sería la intensidad de cortocircuito máxima que sería capaz de soportar el cable si se instala un disyuntor de t=0,1 s.

Las intensidades de cortocircuito máximas calculada en el propio modulo fotovoltaico sería:

$$I_{sc} = K_{sc} \cdot \frac{s}{\sqrt{t}} = 143 \cdot \frac{0,05}{\sqrt{0,1}} = 22,61 A$$

La intensidad de cortocircuito producida por cada bancada de dos módulos en serie será:

$$I_{sc} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 27 = 21,87 A$$

La sección en este tramo será de **25 mm²**.

Tramo C-B (Caja de unión – Regulador)

Se calcula la intensidad que circula a lo largo de la línea:

$$I_{\text{conductor, gen-reg}} = 1,56 \cdot I_{sc, gen} = 1,56 \cdot 73,71 = 114,98 \text{ A}$$

Criterio A

Según la tabla 11 se escoge el conductor de 25 mm² de sección nominal. La intensidad máxima que admite es:

$$I_{M\acute{a}x} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 155 = 125,55 \text{ A} > 114,98 \text{ A}$$

$$S = 25 \text{ mm}^2$$

Criterio B

En dicha línea se produce una caída de tensión, que en el caso de líneas de corriente continua viene dada por la expresión:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0,01724 \cdot \frac{12}{50} = 0,0041376 \Omega$$

$$\Delta V = 2RI = 2 \cdot 0,0041376 \cdot 114,98 = 0,95 \text{ V (1,8\%)}$$

Teniendo en cuenta la longitud de este tramo, la caída de tensión se pone al 0,72% para que la instalación total no supere el 3% de la caída de tensión que está establecido por ley.

$$\text{a } 0,72\% \rightarrow \Delta V = 0,34 \text{ V}$$

La sección del cable:

$$S = 2\rho \cdot L \cdot \frac{I}{\Delta V} = 2 \cdot 0,01724 \cdot 12 \cdot \frac{114,98}{0,34} = 137,66 \text{ mm}^2 \rightarrow 150 \text{ mm}^2$$

Criterio C

Primero se escoge la sección más restrictiva de los dos criterios anteriores, en este caso es 150 mm², y se mira cuál sería la intensidad de cortocircuito máxima que sería capaz de soportar el cable si se instala un interruptor automático de t=0,1 s.

Las intensidades de cortocircuito máximas que sería capaz de soportar el cable escogido serían, aquellas que se producen en los bornes del regulador:

$$I_{sc} = K_{sc} \cdot \frac{S}{\sqrt{t}} = 143 \cdot \frac{1}{\sqrt{0,1}} = 452,20 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito producida será:

$$I_{sc} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 155 = 125,55 \text{ A}$$

Así entonces la sección de **150 mm²** es adecuada.

Tramo B-A (Regulador- Acumulador)

Se calcula la intensidad que circula a lo largo de la línea:

$$I_{\text{conductor, gen-reg}} = 1,56 \cdot I_{sc, gen} = 1,56 \cdot 73,71 = 114,98 \text{ A}$$

Criterio A

Según la tabla 11 se escoge el conductor de 25 mm² de sección nominal. La intensidad máxima que admite es:

$$I_{M\acute{a}x} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 155 = 125,55 \text{ A} > 114,98 \text{ A}$$

$$S = 25 \text{ mm}^2$$

Criterio B

En dicha línea se produce una caída de tensión, que en el caso de líneas de corriente continua viene dada por la expresión:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0,01724 \cdot \frac{13}{50} = 0,004482 \Omega$$

$$\Delta V = 2RI = 2 \cdot 0,004482 \cdot 114,98 = 1,03 \text{ V (1,8\%)}$$

Teniendo en cuenta la longitud de este tramo, la caída de tensión se pone al 0,78% para que la instalación total no supere el 3% de la caída de tensión que está establecido por ley.

$$\text{a } 0,78\% \rightarrow \Delta V = 0,37 \text{ V}$$

La sección del cable:

$$S = 2\rho \cdot L \cdot \frac{I}{\Delta V} = 2 \cdot 0,01724 \cdot 13 \cdot \frac{114,98}{0,37} = 137,66 \text{ mm}^2 \rightarrow 150 \text{ mm}^2$$

Criterio C

Primero se escoge la sección más restrictiva de los dos criterios anteriores, en este caso es 150 mm², y se mira cuál sería la intensidad de cortocircuito máxima que sería capaz de soportar el cable si se instala un interruptor automático de t=0,1 s.

Las intensidades de cortocircuito máximas que sería capaz de soportar el cable escogido serían:

$$I_{sc} = K_{sc} \cdot \frac{S}{\sqrt{t}} = 143 \cdot \frac{20}{\sqrt{0,1}} = 9044,12 \text{ A}$$

En este caso K_{sc} es 143 debido a que el conductor es de cobre con un aislamiento de EPR- XLPE.

$$R_{acu} = 24 \cdot R_i = 24 \cdot 0,024 \text{ m}\Omega = 0,00576 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito máxima en este tramo será justo en los propios acumuladores:

$$I_{sc} = \frac{V}{R_{acu}} = \frac{48}{0,00576} = 8333,33 \text{ A} < 9044,12 \text{ A}$$

Así entonces la sección de **150 mm²** es adecuada.

Tramo A-E (Acumulador – Inversor)

Se calcula la intensidad que circula a lo largo de la línea:

$$I_{conductor, acu-inv} = 1,25 \cdot \frac{P_{inv}}{(V_{min} T_{acu} \cdot \eta_{inv})} = 1,25 \cdot \frac{7000}{(68 \cdot 0,96)} = 134,04 \text{ A}$$

Criterio A

Según la tabla 11 se escoge el conductor de 35 mm² de sección nominal. La intensidad máxima que admite es:

$$I_{M\acute{a}x} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 190 = 153,9 \text{ A} > 134,04 \text{ A}$$

$$S = 35 \text{ mm}^2$$

Criterio B

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0,01724 \cdot \frac{9}{35} = 0,0044 \Omega$$

$$\Delta V = 2RI = 2 \cdot 0,0044 \cdot 134,04 = 1,18 \text{ V (1,8\%)}$$

Teniendo en cuenta la longitud de este tramo, la caída de tensión se pone al 0,54% para que la instalación total no supere el 3% de la caída de tensión que está establecido por ley.

$$\text{a } 0,54\% \rightarrow \Delta V = 0,26 \text{ V}$$

La sección del cable:

$$S = 2\rho \cdot L \cdot \frac{I}{\Delta V} = 2 \cdot 0,01724 \cdot 9 \cdot \frac{134,04}{0,26} = 160,47 \text{ mm}^2 \rightarrow 185 \text{ mm}^2$$

Criterio C

Primero se escoge la sección más restrictiva de los dos criterios anteriores, en este caso es 185 mm², y se mira cuál sería la intensidad de cortocircuito máxima que sería capaz de soportar el cable si se instala un interruptor automático de t=0,1 s.

Las intensidades de cortocircuito máximas que sería capaz de soportar el cable escogido serían:

$$I_{sc} = K_{sc} \cdot \frac{S}{\sqrt{t}} = 143 \cdot \frac{20}{\sqrt{0,1}} = 9044,11 \text{ A}$$

En este caso K_{sc} es 143 debido a que el conductor es de cobre con un aislamiento de EPR- XLPE.

$$R_{acu} = 24 \cdot R_i = 24 \cdot 0,24 \text{ m}\Omega = 0,00576 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito máxima en este tramo será justo en los propios acumuladores:

$$I_{sc} = \frac{V}{R_{acu}} = \frac{48}{0,00576} = 8333,33 \text{ A} < 9044,11 \text{ A}$$

Así entonces la sección de **185 mm²** es adecuada.

J. Diseño y dimensionado del subsistema de control, medida y protección.

Los dispositivos de protección tienen la función de conexión y desconexión y de protección contra sobreintensidades, sobrecargas y cortocircuitos, estos dispositivos recaerán en un único dispositivo, que será el interruptor automático o magnetotérmico.

Se proyectarán este tipo de elementos para todos los tramos.

A continuación se indican los parámetros básicos que deben cumplir los diferentes dispositivos de medida y protección en los distintos tramos. Por un lado la intensidad de los dispositivos debe ser superior a la intensidad máxima que circulara por la línea en condiciones normales de funcionamiento, e inferior a la máxima intensidad que pueden circular por el conductor, después de haber aplicado los factores de corrección pertinentes.

El poder de corte, en caso de cortocircuito, de los dispositivos debe ser superior a la máxima intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en la línea a la que protegen.

Los dispositivos de protección cumplirán:

- Protección contra sobrecargas.

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

Siendo:

IN: La intensidad nominal o de régimen del dispositivo de protección.

IB: La intensidad de utilización del aparato o cable.

Iz: La intensidad que puede soportar el aparato o cable, en unas condiciones de instalación determinadas.

- Protección contra cortocircuitos: el poder de corte (PdC) del dispositivo de protección debe ser superior a la máxima intensidad de cortocircuito en el punto de la instalación.

$$PdC_{\text{dispositivo proteccion}} \geq I_{sc, max}$$

Tramo A-E (Acumulador – Inversor)

P/M 4: Dispositivo de maniobra y protección: Interruptor automático.

Intensidad nominal:

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$153,9 \text{ A} \leq I_N \leq 535 * 0,9 = 481,5 \text{ A}$$

Poder de corte:

$$PdC > 8333,33 \text{ A}$$

Tramo B-A (Regulador- Acumulador)

P/M 3: Dispositivo de maniobra y protección: Interruptor automático.

Intensidad nominal:

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$125,55 \text{ A} \leq I_N \leq 465 * 0,9 = 418,5 \text{ A}$$

Poder de corte:

$$PdC > 8333,33 \text{ A}$$

Tramo C-B (Caja de unión – Regulador)

P/M 2: Dispositivo de maniobra y protección: Interruptor automático.

Intensidad nominal:

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$125,55 \text{ A} \leq I_N \leq 465 * 0,9 * 0,9 = 376,65 \text{ A}$$

Poder de corte:

$$PdC > 125,55 \text{ A}$$

Tramo D-C (módulos - caja de unión)

P/M 1: Dispositivo de maniobra y protección: Interruptor automático.

Intensidad nominal:

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$21,87 \text{ A} \leq I_N \leq 155 * 0,9 * 0,9 = 125,55 \text{ A}$$

Poder de corte:

$$PdC > 21,87 A$$

Para proteger correctamente una instalación, hay que combinar distintos elementos de protección.

Para este cometido los dispositivos como el regulador o el inversor disponen de circuitería interna que se encarga de realizar esta tarea. Sin embargo debe protegerse todo el sistema. Para la corriente continua se utilizarán los denominados fusibles de fusión lenta, tipo gL-gG. Su función será la de proteger el cableado. Se conectarán al conductor activo, es decir al polo positivo.

- Se instalarán 2 portafusibles de 20 A, es decir un portafusibles por cada *string*, ya que la intensidad del conductor es 21,87 A. Y así lo refleja la ficha técnica del módulo fotovoltaico.

Pero además se protegerá la instalación con magnetotérmicos entre los diferentes tramos dispuestos de la siguiente manera:

- Tramo D-C se instalarán 1 magnetotérmico de 20 A, y la intensidad del conductor es 21,87 A. Se instalará también un descargador de sobretensiones adecuado. Y un interruptor diferencial adecuado a dicha intensidad.
- Tramo B-A se aplicará 1 magnetotérmico de 125 A, ya que la intensidad del conductor es 125,55 A.
- Tramo A-E se aplicará 1 magnetotérmico de 160 A, ya que la intensidad del conductor es 153,90 A

Puesta a Tierra.

Para instalaciones con tensiones nominales superiores a 48V se ha de instalar una toma de tierra para proteger a los usuarios de posibles contactos. El REBT en la ITC-BT-18 establece que el valor de la resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en locales conductores, como el nuestro por estar los paneles a la intemperie.

Para el cálculo de la resistencia máxima se ha considerado el mismo valor de corriente de defecto que para el caso de una vivienda, 30 mA, hallaremos la máxima resistencia que provocara que aparezcan esos 24V. Cualquier valor por debajo de ese punto servirá.

Por lo tanto:

$$R_{\text{máx}} = \frac{V}{I} = \frac{24 V}{0,003 A} = 800 \Omega$$

Una vez obtenida la resistencia máxima se supone una resistividad del terreno de 1500Ω·m, ya que consultando el terreno se comprueba que es un suelo de granitos. Con este valor se calcularía la resistencia que se obtendría con el electrodo de puesta a tierra formado por picas de dos metros con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{2\rho}{L} = \frac{2 * 1500}{137} = 21,89 \Omega$$

R: Resistencia de Tierra en Ohm

ρ: resistividad del terreno (Ohm.m)

L: longitud de la pica o del conductor (m)

El valor de la resistencia obtenida es menor que la máxima de 800 Ω, por lo que la resistencia obtenida es correcta.

La toma de tierra de la instalación fotovoltaica deberá ser independiente de la usada para la instalación interior de corriente alterna.

ANEXO 2: Fichas técnicas

ENTRADA EN ESCENA DEL TOP-EFICIENCIA LG NeON[®] 2



HASTA 340 VATIOS

DISEÑO LG CELLO

6.000PA DE PRESIÓN



LG NeON[®] 2: MEJOR, MÁS EFICIENTE, GARANTIZADO

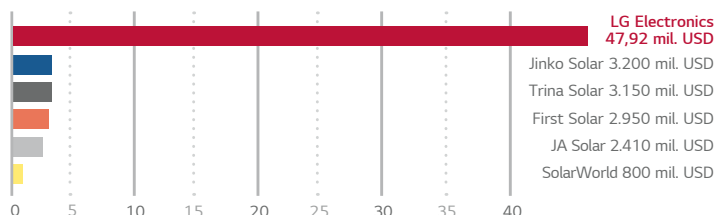
El módulo solar LG NeON[®] 2 ofrece ahora aún más potencia: gracias a su nuevo diseño de alta calidad con un total de 60 células es capaz de soportar una presión de 6.000Pa. LG Electronics amplía su garantía de producto de 15 a 25 años y mejora la garantía de potencia lineal hasta al menos el 86 % de la potencia nominal tras 25 años.

GARANTE LOCAL CON COBERTURA GLOBAL

LG Solar pertenece a LG Electronics, por lo que forma parte de una empresa de gran capacidad financiera a escala global con más de 50 años de tradición y experiencia.

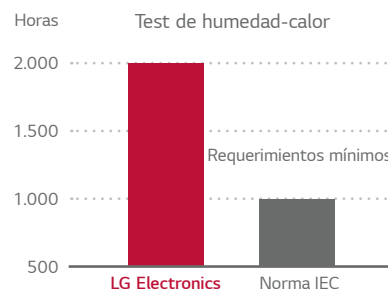
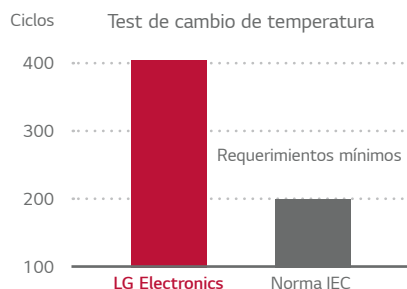
Recuerde: LG Electronics es el garante de sus módulos solares. Además, LG Electronics lleva décadas presente en Europa con sucursales locales.

Nuestra facturación en 2016 en millones de USD



CALIDAD PREMIADA Y EVALUADA POR ORGANISMOS INDEPENDIENTES

En LG puede confiar. Evaluamos nuestros productos con el doble de intensidad de lo que prescribe la norma IEC. Esta calidad es apreciada por instaladores de toda Europa. Por ello han distinguido a nuestros módulos solares LG también en 2018, por cuarto vez consecutiva, con el sello de calidad «TOP BRAND PV» por lograr máximas cuotas de recomendación.



MAYOR POTENCIA, MAYORES GANANCIAS

Gracias a los conocimientos en tecnología de semiconductores, se obtiene una célula con una superficie más uniforme y se incrementa la eficiencia en más de un 21 %. El módulo puede aprovechar la luz incidente de la misma forma desde el lado delantero de la célula como del lado posterior, con lo cual las células LG NeON[®] 2 funcionan con mayor eficiencia que las células solares convencionales y generan mayores ganancias.



DISEÑO ROBUSTO, SOLIDEZ GARANTIZADA

Gracias a sus marcos reforzados, los módulos LG NeON[®] 2 pueden resistir cargas frontales de hasta 6.000Pa (equivalentes a una altura de nieve normal de más de 1,8m) y traseras de hasta 5.400Pa (equivalentes a velocidades de viento de hasta 93 m/s; compárese con el huracán Katrina de 2005, velocidad del viento: 75 m/s).



* 1) El primer año: 98%. 2) partir del segundo año: 0,5% de degradación anual. 3) 86% en 25 años.

LG NeON[®] 2

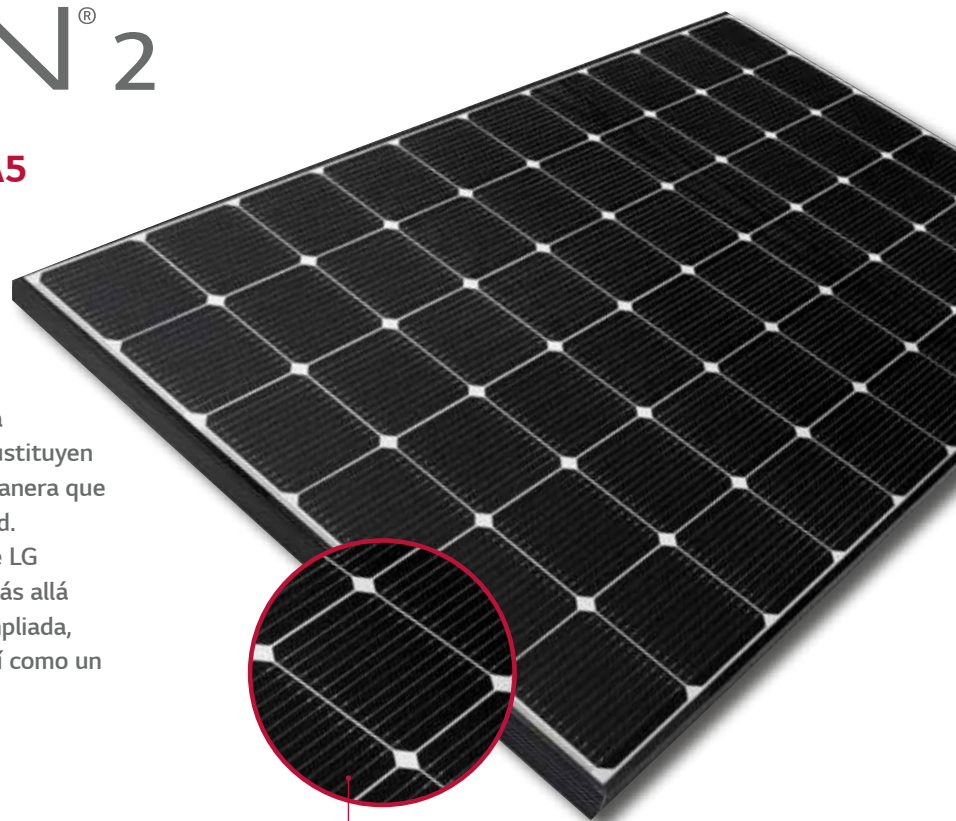
**LG340N1C-A5 | LG335N1C-A5
LG330N1C-A5**

60 células

LG implementa en su nuevo módulo NeON[®] 2 la tecnología CELLO. En la tecnología CELLO se sustituyen 3 barras colectoras por 12 alambres finos de manera que se mejora la potencia suministrada y la fiabilidad. LG NeON[®] 2 es el resultado de los esfuerzos de LG por incrementar los beneficios para el cliente más allá de la mera eficiencia. Se ofrece una garantía ampliada, durabilidad y potencia en condiciones reales, así como un diseño adecuado y atractivo para los tejados.



MM 564573 BS EN 61215 Photovoltaic Modules



Tecnología CELLO

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES



Garantía de potencia ampliada

LG NeON[®] 2 dispone de una garantía de potencia ampliada. La degradación anual se ha reducido de -0,55 % a -0,5 % por año.



Potencia suministrada elevada

En comparación con los modelos precedentes, al desarrollar LG NeON[®] 2 se ha incrementado considerablemente la eficiencia. Por esta razón resultan especialmente apropiados para aprovechar al máximo los espacios reducidos.



Tejados atractivos

Al desarrollar las células LG NeON[®] 2 también se ha tenido en cuenta la estética. Los alambres colectores más delgados parecen completamente negros desde la distancia. Gracias a su moderno diseño, el producto puede incrementar el valor de su inmueble.



Durabilidad extraordinaria

Con la nueva estructura reforzada del marco, LG ha ampliado la garantía de los módulos NeON[®] 2 en 10 años más hasta los 25 años. Durante este período los módulos LG NeON[®] 2 soportan una presión de hasta 6.000Pa y una succión de hasta 5.400Pa.



Mejor rendimiento en días soleados

Gracias a los coeficientes mejorados de temperatura se ha optimizado el rendimiento de los módulos LG NeON[®] 2 en los días soleados.



Células con estructura de doble cara

En las células empleadas en los módulos LG NeON[®] 2 tanto la cara frontal como la posterior contribuyen a generar corriente. La luz reflejada en el lado posterior de las células también se absorbe y proporciona potencia adicional.

Acerca de LG Electronics

LG es un consorcio comprometido de presencia internacional que expande sus actividades en el mercado de la energía solar. La empresa elaboró por primera vez en 1985 un programa de investigación de energía solar en el que su amplia experiencia en los campos de los semiconductores, la tecnología LCD, la química y la fabricación de materiales resultó de gran ayuda. En 2010, LG Solar lanzó con éxito al mercado su primera serie MonoX[®], que actualmente se comercializa en 32 países. En 2013, 2015 y 2016, los módulos NeON[®] (anteriormente MonoX[®] NeON), NeON[®]2 y NeON[®]2 BiFacial fueron galardonados con el premio «Intersolar Award», lo cual demuestra el liderazgo de LG en el sector, su capacidad de innovación y su compromiso.

Propiedades mecánicas

Células	6 x 10
Fabricante	LG
Tipo de célula	Monocristalina/tipo N
Dimensiones de la célula	161,7 x 161,7 mm
Barras colectoras	12
Medidas (largo x ancho x alto)	1.686 x 1.016 x 40 mm
Máxima capacidad de carga	6.000Pa (presión)
	5.400Pa (succión)
Peso	18 kg
Conector, tipo	MC4
Toma de conexión	IP68 con 3 diodos de paso
Cable de conexión, longitud	2 x 1.000 mm
Cubierta frontal	Vidrio templado de alta transparencia
Marco	Aluminio anodizado

Certificados y garantías

Certificados	IEC 61215, IEC 61730-1/-2
	IEC 62716 (Ensayo de resistencia a la corrosión por amoníaco)
	IEC 61701 (Ensayo de resistencia a la corrosión por niebla salina)
	ISO 9001
Resistencia al fuego de los módulos	Clase C, Fire Class 1 (Italia)
Garantía del producto	25 años
Garantía de potencia para P _{máx} (Tolerancia de medición $\pm 3\%$)	25 años de garantía lineal ¹

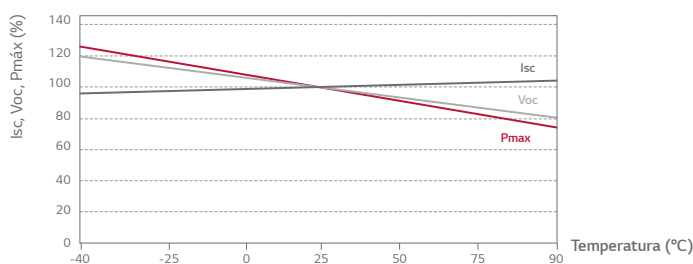
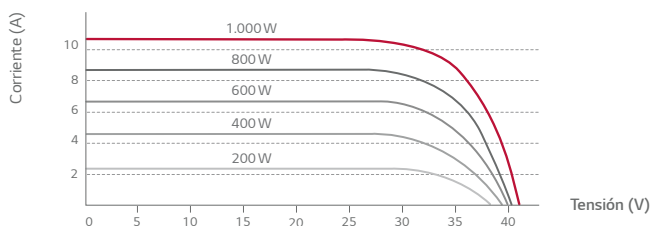
¹ El primer año: 98%. 2) A partir del segundo año: 0,5% de degradación anual.

3) 86% en 25 años.

Coefficiente de temperatura

NOCT	45 \pm 3°C
P _{mpp}	-0,37%/°C
V _{oc}	-0,27%/°C
I _{sc}	0,03%/°C

Curvas características



Propiedades eléctricas (STC²)

Modelo		LG340N1C-A5	LG335N1C-A5	LG330N1C-A5
Potencia máxima P _{máx}	[W]	340	335	330
Tensión MPP V _{mpp}	[V]	34,5	34,1	33,7
Corriente MPP I _{mpp}	[A]	9,86	9,83	9,80
Tensión de circuito abierto V _{oc}	[V]	41,1	41,0	40,9
Corriente de cortocircuito I _{sc}	[A]	10,53	10,49	10,45
Eficiencia del módulo	[%]	19,8	19,6	19,3
Temperatura de funcionamiento	[°C]	-40 hasta +90		
Tensión de sistema máxima	[V]	1.000		
Corriente nominal del fusible en serie	[A]	20		
Tolerancia de potencia	[%]	0 hasta +3		

² 1) STC (Standard Test Condition/Condiciones estándar de prueba): irradiación 1.000 W/m², temperatura del módulo 25°C, AM 1,5.

2) La variación típica de la eficiencia del módulo con 200 W/m² en relación con 1.000 W/m² es de -2,0%.

3) Clase de aplicación: A. Clase de protección: II.

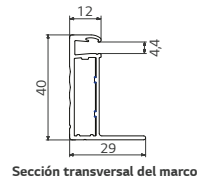
4) LG Electronics no garantiza la exactitud de los datos eléctricos.

Propiedades eléctricas (NOCT³)

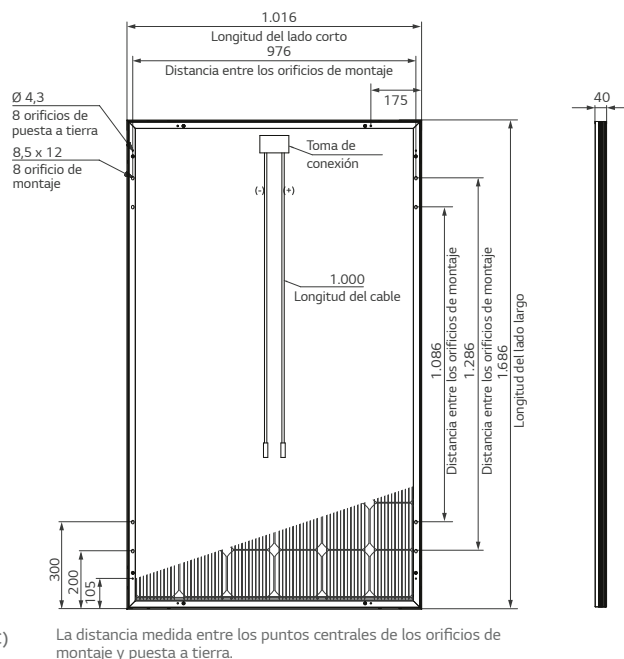
Modelo		LG340N1C-A5	LG335N1C-A5	LG330N1C-A5
Potencia máxima P _{máx}	[W]	251	247	243
Tensión MPP V _{mpp}	[V]	31,9	31,5	31,2
Corriente MPP I _{mpp}	[A]	7,86	7,83	7,81
Tensión de circuito abierto V _{oc}	[V]	38,3	38,2	38,1
Corriente de cortocircuito I _{sc}	[A]	8,47	8,44	8,41

³ NOCT (Temperatura nominal de funcionamiento de la célula solar): irradiación 800 W/m², temperatura ambiental 20°C velocidad del viento 1 m/s.

Medidas (mm)



Sección transversal del marco



La distancia medida entre los puntos centrales de los orificios de montaje y puesta a tierra.





PC1800F Series
MPPT Solar Charge Controller

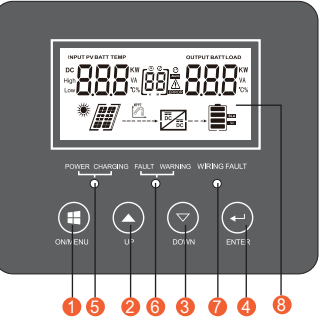
Feature:

- 60A/80A MPPT solar charge controller(Fan cooling)
- 12V/24V/48V (auto detection);36V(setting)
- MPPT efficiency>99%,Peak conversion efficiency >98%
- DSP processors technology ensure high speed and performance
- Multi-stage charging mode
- Protection: PV array short circuit , PV reverse polarity , Battery reverse polarity , Over charging , Output short circuit
- Equalization charging function
- BTS function

Introduction:

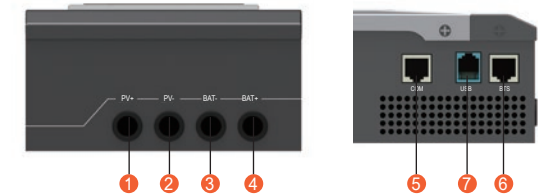
MPPT (Maximum Power Point Tracking)Solar Charge Controller offer an efficient, safe, multi-stage recharging process that prolongs battery life and assures peak performance from a solar array. Each Charge Controller allows customized battery recharging.

LCD Display Information



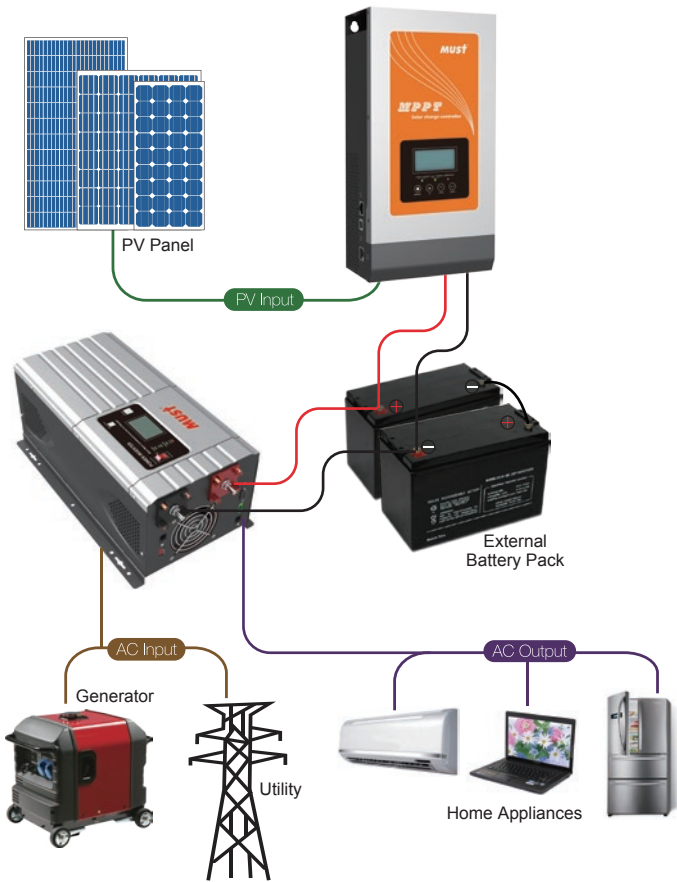
1. ON/MENU: Enter or exit setting mode.
2. UP: Increase the setting data.
3. DOWN: Decrease the setting data.
4. ENTER: Confirm the selection in setting mode.
8. LCD display

LED Indicator		Messages	
5. POWER ON/ CHARGING	Green	Solid On	The controller is on.
		Flashing	The controller is charging. Bulk charge stage : flashing every 0.5 second Absorption stage : flashing every second Equalize stage : flashing every 3 seconds Float stage : flashing every 5 seconds
6. FAULT/ WARNING	Red	Solid On	Fault occurs.
		Flashing	Warning situation occurs.
7. WIRING FAULT	Red	Solid On	Battery polarities are not connected correctly.



1. PV+: PV array positive terminal
2. PV-: PV array negative terminal
3. BA-: The battery negative terminal
4. BA+: The battery positive terminal
5. COM: RS485 Communication network terminal(Use for computer)
6. BTS: Battery Remote Temperature sensor terminal
7. USB

Solar System Connection



Specification

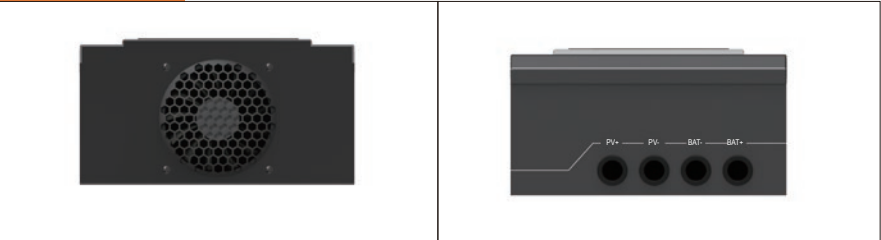
MODEL		PC18-6015F		PC18-8015F	
Nominal Battery System Voltage		12V/24V/48VDC (Auto detection); 36V(setting)			
CONTROLLER INPUT	Battery Voltage	12V	24V	36V	48V
	Maximum Solar Input Voltage	100V	145V		
	PV Array MPPT Voltage Range	15~95V	30~130V	45~130V	60~130V
	Max PV Input Power(12V)	938W		1250W	
	Max PV Input Power(24V)	1875W		2500W	
	Max PV Input Power(36V)	2813W		3750W	
	Max PV Input Power(48V)	3750W		5000W	
BATTERY	Charging Set points	Absorption Stage		Float Stage	
	Flooded Battery	14.2V/28.4V/42.6V/56.8V		13.7V/27.4V/41.1V/54.8V	
	AGM/Gel/LEAD battery (Default)	14.4V/28.8V/43.2V/57.6V		13.7V/27.4V/41.1V/54.8V	
	Over-charging voltage	15.5V/30.0V/45.0V/60.0V			
	Over-charging comeback voltage	14.5V/29.5V/44.5V/59.0V			
	Battery defect voltage	10.0V/17.0V/25.5V/34.0V			
	Temperature Compensation coefficient	-3mV/°C /cell (25°C vef)			
PATTERY	Peak Conversion efficiency	98% (MPPT Efficiency 99%)			
	Max Charging Current	60 amps continuous @ 40°C ambient		80 amps continuous @ 40°C ambient	
GENERAL SPECIFICATION	Radiating mode	Fan cooling			
DISPLAY & PROTECTION	Protections	Solar high voltage disconnect Solar high voltage reconnect Battery high voltage disconnect Battery high voltage reconnect High temperature disconnect High temperature reconnect			
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Mounting	Wall mount			
	Machine Dimension(W*H* D)	152*100*294mm (per pcs)			
	G.W(Kg)	3Kg/pcs			
	Package Dimension(W*H* D)	612*308.2*235.6mm (5pcs/Carton)			
	Gross Weight(Kg)	17.4Kg (per Carton)		19Kg (per Carton)	
OTHER	Environmental Rating	Indoor			
	Operation Temperature Range	-25~55°C			
	Ambient humidity	0~90% relative humidity(non-condensing)			
	Altitude	≤3000m			
	Loading(20GP/40GP/40HQ)	3000pcs / 6000pcs / 7200pcs			

* Product specifications are subject to change without further notice.

Side panel



Back Panel



Baterías industriales / Network Power

Classic Solar

«Potente almacenamiento de energía
para sistemas
de energías renovables»



Baterías industriales

La potente gama de estacionario

Soluciones de almacenamiento de energía para sistemas esenciales que requieren de un suministro energético ininterrumpido. GNB Industrial Power ofrece potentes baterías personalizadas para cada necesidad. La tabla que se muestra a continuación solo es indicativa y depende de las aplicaciones específicas de cada cliente. Para obtener más información consulte con un comercial de GNB.

Aplicaciones	Gamas de baterías																			
	Sonnenschein							Marathon		Sprinter			Absolyte	Powerfit	Classic					
	A400/A600	A400 FT	A500	A700	SOLAR	RAIL	Power Cycle	M - FT	M/L/ XL	S	P/XP	XP - FT	GP/GX	S300	GRoE	OCSM	OPzS	Energy Bloc/OGi	Solar	Rail
Telecomunic.	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●			●	●	●		
SAI		●	●	●			●	●	●	●	●	●	●			●		●		
Alumbrado de emergencia	●		●					●		●	●	●		●			●	●		
Seguridad	●		●	●						●	●	●		●		●	●			
Servicios públicos	●	●		●			●	●	●	●			●		●	●	●	●		
Ferroviario	●	●	●	●		●	●	●	●	●			●			●		●		●
Fotovoltaicas					●		●						●						●	
Universal	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●		

Resumen de las marcas de GNB estacionario

ABSOLYTE® **MARATHON®**

Sprinter® **Powerfit®**

- > Baterías VRLA (Válvula Regulada de plomo ácido) en las que el electrolito se fija en un separador de fibra de vidrio micro-absorbente (AGM)
- > Excelente resistencia a la alta tensión
- > Muy económicas
- > Sin mantenimiento (sin relleno)



- > Baterías VRLA (Válvula Regulada de plomo ácido) en las que el electrolito se fija en gel (dryfit technology).
- > Creadores de la tecnología Gel
- > Altísima fiabilidad, incluso en condiciones no ideales
- > Particularmente adecuada para aplicaciones cíclicas
- > Sin mantenimiento (sin relleno)

Classic®

- > Baterías convencionales de plomo ácido con líquido electrolito
- > Fiabilidad total, probada durante décadas
- > Bajo mantenimiento



- > Puede encontrar más información sobre los servicios que se ofrecen en la página 10.

Classic OPzS Solar

Almacenamiento de energía para aplicaciones energéticas destacadas

La gama Classic OPzS Solar ha sido sobradamente probada durante décadas en aplicaciones energéticas medianas y grandes. Su resistencia, larga vida útil y elevada seguridad de funcionamiento hacen que sea ideal para el uso en centrales eléctricas eólicas y solares, telecomunicaciones, empresas de distribución de electricidad, ferrocarriles y muchos otros equipos de seguridad de suministro de energía. La amplia gama de capacidades y tamaños disponibles ofrecen una solución para cada necesidad energética, incluso en condiciones extremas.

Ventajas:

- > **Diseño optimizado para aplicaciones con energías renovables.** Mayor capacidad de ciclo y larga vida útil.
- > **Aleación especial y amplia reserva de electrolito.** Intervalos entre relleno muy largos.
- > **Bajo mantenimiento.** Ahorro de costes
- > **Completamente reciclable.** Minimiza la huella de CO₂

Características:

- >Capacidad nominal (C₁₂₀ a 25°C): 70.0 – 4600Ah
- >Placa tubular muy gruesa para las aplicaciones más exigentes.
- >Hasta 2800 ciclos a un 60% de profundidad de descarga (C₁₀) con un perfil de carga IU a 20°C.
Para mejorar el rendimiento y para sistemas ≥ 48V recomendamos carga IUI para alcanzar más de 3000 ciclos.
- >Diseñada de conformidad con IEC 61427 y IEC 60896-11
- >Conectores atornillados para un mejor contacto y fiabilidad
- >También disponible en el modelo de carga en seco con electrolito separado.
- >Receptáculos de alta calidad transparentes o translúcidos para un fácil mantenimiento.



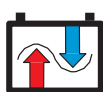
Capacidad nominal
70.0 - 4600 Ah



Batería monoblock/
Elemento único



Placa tubular



Hasta 3000*+
ciclos a 60% de
profundidad de
descarga



Reciclable



Bajo
mantenimiento

*Usando carga IUI a 20 °C

Classic OPzS Solar

Datos técnicos

Datos y características técnicas

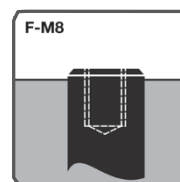
Tipo	Número de componente	Tensión nominal V	Capacidad nominal C ₁₂₀ 1.85 Vpc 25 °C Ah	Longitud (l) max. mm	Anchura (b/w) max. mm	Altura* (h) max. mm	Longitud instalada max. mm	Peso con ácido incluido Kg (aprox.)	Peso del ácido** Kg (aprox.)	Resistencia interna mOhm	Corriente cortocircuito A	Terminal	Núm. de polos
OPzS Solar 190	NVSL020190WC0FA	2	190	105	208	395	115	13.7	5.20	1.45	1400	F-M8	1
OPzS Solar 245	NVSL020245WC0FA	2	245	105	208	395	115	15.2	5.00	1.05	1950	F-M8	1
OPzS Solar 305	NVSL020305WC0FA	2	305	105	208	395	115	16.6	4.60	0.83	2450	F-M8	1
OPzS Solar 380	NVSL020380WC0FA	2	380	126	208	395	136	20.0	5.80	0.72	2850	F-M8	1
OPzS Solar 450	NVSL020450WC0FA	2	450	147	208	395	157	23.3	6.90	0.63	3250	F-M8	1
OPzS Solar 550	NVSL020550WC0FA	2	550	126	208	511	136	26.7	8.10	0.63	3250	F-M8	1
OPzS Solar 660	NVSL020660WC0FA	2	660	147	208	511	157	31.0	9.30	0.56	3650	F-M8	1
OPzS Solar 765	NVSL020765WC0FA	2	765	168	208	511	178	35.4	10.8	0.50	4100	F-M8	1
OPzS Solar 985	NVSL020985WC0FA	2	985	147	208	686	157	43.9	13.0	0.47	4350	F-M8	1
OPzS Solar 1080	NVSL021080WC0FA	2	1080	147	208	686	157	47.2	12.8	0.43	4800	F-M8	1
OPzS Solar 1320	NVSL021320WC0FA	2	1320	212	193	686	222	59.9	17.1	0.30	6800	F-M8	2
OPzS Solar 1410	NVSL021410WC0FA	2	1410	212	193	686	222	63.4	16.8	0.27	7500	F-M8	2
OPzS Solar 1650	NVSL021650WC0FA	2	1650	212	235	686	222	73.2	21.7	0.26	7900	F-M8	2
OPzS Solar 1990	NVSL021990WC0FA	2	1990	212	277	686	222	86.4	26.1	0.23	8900	F-M8	2
OPzS Solar 2350	NVSL022350WC0FA	2	2350	212	277	836	222	108	33.7	0.24	8500	F-M8	2
OPzS Solar 2500	NVSL022500WC0FA	2	2500	212	277	836	222	114	32.7	0.22	9300	F-M8	2
OPzS Solar 3100	NVSL023100WC0FA	2	3100	215	400	812	225	151	50.0	0.16	12800	F-M8	3
OPzS Solar 3350	NVSL023350WC0FA	2	3350	215	400	812	225	158	48.0	0.14	14600	F-M8	3
OPzS Solar 3850	NVSL023850WC0FA	2	3850	215	490	812	225	184	60.0	0.12	17000	F-M8	4
OPzS Solar 4100	NVSL024100WC0FA	2	4100	215	490	812	225	191	58.0	0.11	17800	F-M8	4
OPzS Solar 4600	NVSL024600WC0FA	2	4600	215	580	812	225	217	71.0	0.11	18600	F-M8	4
6V 4 OPzS 200	NVSL060280WC0FB	6	294	272	206	347	282	41.0	13.0	2.68	2283	F-M8	1
6V 5 OPzS 250	NVSL060350WC0FB	6	364	380	206	347	392	56.0	20.0	2.39	2800	F-M8	1
6V 6 OPzS 300	NVSL060420WC0FB	6	417	380	206	347	392	63.0	20.0	1.96	3106	F-M8	1
12V 1 OPzS 50	NVSL120070WC0FB	12	82.7	272	206	347	282	35.0	15.0	18.1	688	F-M8	1
12V 2 OPzS 100	NVSL120140WC0FB	12	139	272	206	347	282	45.0	14.0	9.26	1314	F-M8	1
12V 3 OPzS 150	NVSL120210WC0FB	12	210	380	206	347	392	64.0	19.0	6.46	1884	F-M8	1

Tipo	C ₆ 1.75 Vpc	C ₁₀ 1.80 Vpc	C ₁₂ 1.80 Vpc	C ₂₄ 1.80 Vpc	C ₄₈ 1.80 Vpc	C ₇₂ 1.80 Vpc	C ₁₀₀ 1.85 Vpc	C ₁₂₀ 1.85 Vpc	C ₂₄₀ 1.85 Vpc
OPzS Solar 190	122	132	134	145	165	175	185	190	200
OPzS Solar 245	159	173	176	190	215	230	240	245	260
OPzS Solar 305	203	220	224	240	270	285	300	305	320
OPzS Solar 380	250	273	277	300	330	350	370	380	400
OPzS Solar 450	296	325	330	355	395	420	440	450	470
OPzS Solar 550	353	391	398	430	480	515	540	550	580
OPzS Solar 660	422	469	477	515	575	615	645	660	695
OPzS Solar 765	492	546	555	600	670	710	750	765	805
OPzS Solar 985	606	700	710	770	860	920	970	985	1035
OPzS Solar 1080	669	773	784	845	940	1000	1055	1080	1100
OPzS Solar 1320	820	937	950	1030	1150	1230	1295	1320	1385
OPzS Solar 1410	888	1009	1024	1105	1225	1305	1380	1410	1440
OPzS Solar 1650	1024	1174	1190	1290	1440	1540	1620	1650	1730
OPzS Solar 1990	1218	1411	1430	1550	1730	1850	1950	1990	2090
OPzS Solar 2350	1573	1751	1770	1910	2090	2200	2300	2350	2470
OPzS Solar 2500	1667	1854	1875	2015	2215	2335	2445	2500	2600
OPzS Solar 3100	2080	2318	2343	2520	2755	2910	3040	3100	3250
OPzS Solar 3350	2268	2524	2550	2740	2985	3135	3280	3350	3520
OPzS Solar 3850	2592	2884	2915	3135	3430	3615	3765	3850	4040
OPzS Solar 4100	2775	3090	3125	3355	3650	3840	4000	4100	4300
OPzS Solar 4600	3099	3451	3490	3765	4100	4300	4500	4600	4850
6V 4 OPzS 200	203	206	229	250	296	304	287	294	338
6V 5 OPzS 250	245	257	284	311	374	383	355	364	424
6V 6 OPzS 300	284	309	322	354	420	432	408	417	482
12V 1 OPzS 50	55.0	51.5	63.7	69.4	78.4	79.8	81.0	82.7	92.9
12V 2 OPzS 100	95.4	103	108	118	141	145	136	139	162
12V 3 OPzS 150	131	154	162	177	206	217	203	210	234

* Incluye conector instalado. La altura mencionada puede variar dependiendo de las aperturas utilizadas

** Densidad del ácido d_N = 1.24 kg/l

Terminal y par de apriete



12 Nm para monoblocs;
20 Nm para elementos

Los datos también son válidos para el modelo de carga en seco.

Habrà que cambiar la «W» (Wet) por «D» (Dry) en el número de componente. Ej:

> Relleno y cargado: NVSL120070 W C0FB

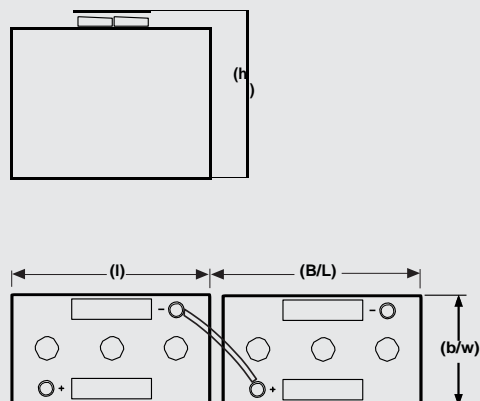
> Cargado en seco: NVSL120070 D C0FB

Classic OPzS Solar

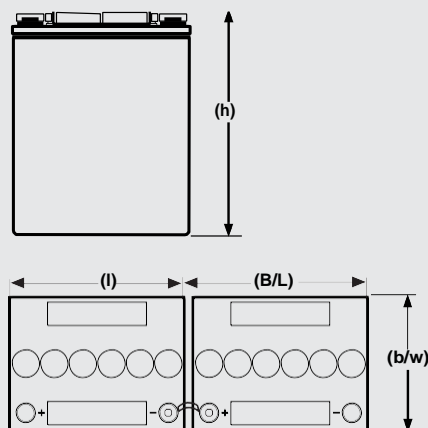
Diseños

Diseños con disposición del terminal

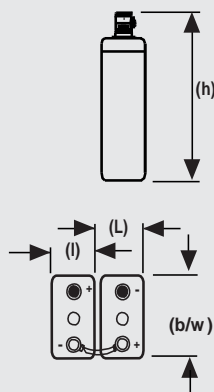
Monoblocs de 6 V



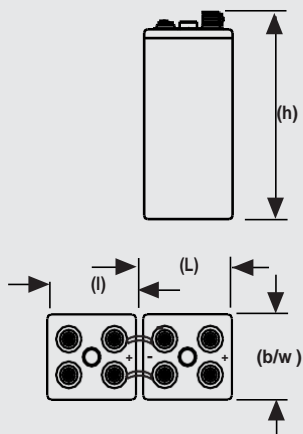
Monoblocs de 12 V



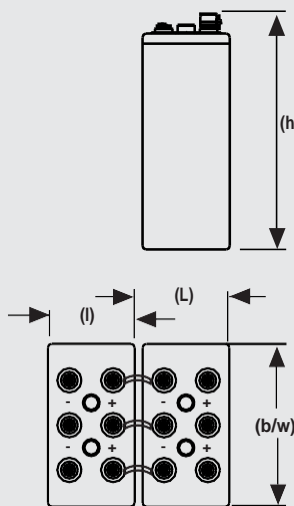
OPzS Solar 190 – OPzS Solar 1080



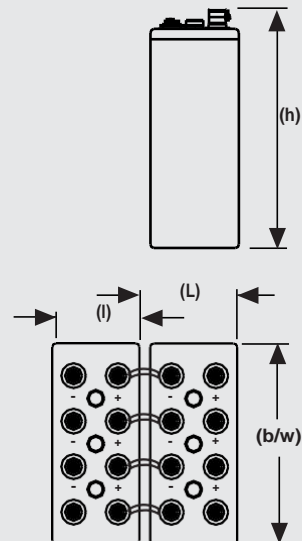
OPzS Solar 1320 – OPzS Solar 2500



OPzS Solar 3100 – OPzS Solar 3350



OPzS Solar 3850 – OPzS Solar 4600



Los diseños no están a escala

Classic EnerSol T

Potente y universal, adecuada para cualquier aplicación

Las baterías Classic EnerSol T son suministros de energía universales de bajo mantenimiento para instalaciones solares industriales medias. Estas baterías de ácido plomo con electrolito líquido son conocidas por ser seguras y fiables debido a su alto rendimiento. Las aplicaciones más habituales son pequeñas centrales de energía fotovoltaica y eólica y segundas residencias.

Ventajas

- > **Placas positivas tubulares.** Diseño extremadamente resistente y rendimiento del ciclo mejorado.
- > **Bajo mantenimiento.** Ahorro de costes
- > **Completamente reciclable.** Minimiza la huella de CO₂



Características:

- > Capacidad nominal (C₁₂₀ a 25°C): 376-1282 Ah
- > Receptáculos de plástico traslúcido para un relleno fácil
- > Terminales atornillados para un mejor contacto y fiabilidad



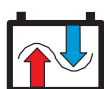
Capacidad nominal
376-1282 Ah



Elemento único



Placa tubular



Más de 2000 ciclos conforme IEC 60896-11 (60 % profundidad de descarga)



Reciclable



Bajo mantenimiento

Classic EnerSol T

Datos técnicos, diseños

Características y datos técnicos

Tipo	Número de componente	Tensión nominal V	Capacidad nominal C_{120} 1.85 Vpc 25 °C Ah	Longitud (l) max. mm	Anchura (b/w) max. mm	Altura (h) max. mm	Longitud instalada max. mm.	Peso con ácido incluido Kg (aprox.)	Peso del ácido** Kg (aprox.)	Resistencia interna mOhm	Corriente cortocircuito A	Terminal	Núm. de polos
EnerSol T 370	NVTS020370WC0FA	2	376	83.0	199	445	93.0	17.3	5.10	0.70	2900	F-M10	1
EnerSol T 460	NVTS020460WC0FA	2	452	101	199	445	111	21.0	6.30	0.56	3625	F-M10	1
EnerSol T 550	NVTS020550WC0FA	2	542	119	199	445	129	24.7	7.50	0.46	4350	F-M10	1
EnerSol T 650	NVTS020650WC0FA	2	668	119	199	508	129	29.5	8.60	0.45	4500	F-M10	1
EnerSol T 760	NVTS020760WC0FA	2	779	137	199	508	147	31.0	10.0	0.38	5250	F-M10	1
EnerSol T 880	NVTS020880WC0FA	2	897	137	199	556	147	38.0	11.0	0.43	4660	F-M10	1
EnerSol T 1000	NVTS021000WC0FA	2	1025	155	199	556	165	43.1	12.6	0.38	5325	F-M10	1
EnerSol T 1130	NVTS021130WC0FA	2	1154	173	199	556	183	47.7	14.1	0.34	5991	F-M10	1
EnerSol T 1250	NVTS021250WC0FA	2	1282	191	199	556	201	52.8	15.6	0.30	6657	F-M10	1

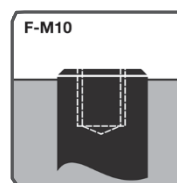
* La altura mencionada puede variar dependiendo de las aperturas utilizadas.

** Densidad del ácido dN = 1.26 kg/l

Type	C 1.75 V/C	C 1.80 V/C	C 1.80 V/C	C 1.80 V/C	C 1.80 V/C	C 1.80 V/C	C 1.85 V/C	C 1.85 V/C	C 1.85 V/C
EnerSol T 370	260	280	294	333	361	368	369	376	383
EnerSol T 460	327	350	367	416	437	460	444	452	478
EnerSol T 550	393	425	441	499	524	553	533	542	574
EnerSol T 650	492	527	552	625	656	668	647	668	719
EnerSol T 760	574	615	645	729	766	780	755	779	839
EnerSol T 880	654	714	742	840	854	953	869	897	966
EnerSol T 1000	755	809	848	960	1008	1089	993	1025	1104
EnerSol T 1130	850	910	954	1080	1134	1225	1117	1154	1242
EnerSol T 1250	944	1011	1060	1200	1260	1361	1241	1282	1380

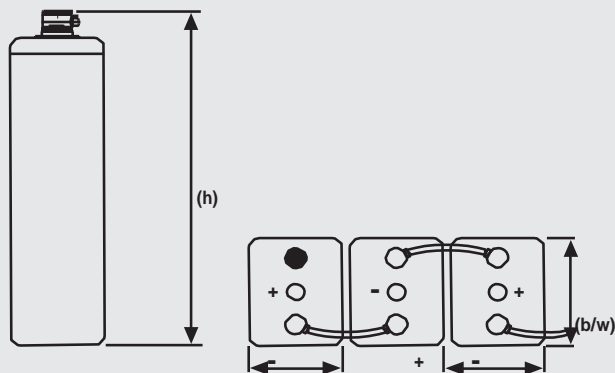
Capacidades en Ah a 25°C tras 5 ciclos

Terminal y par de apriete



25 Nm

Diseños con disposición del terminal



(l)

(L) n a escala

Servicio de baterías – Soluciones energéticas

Manteniendo su negocio en movimiento

GNB® es el experto

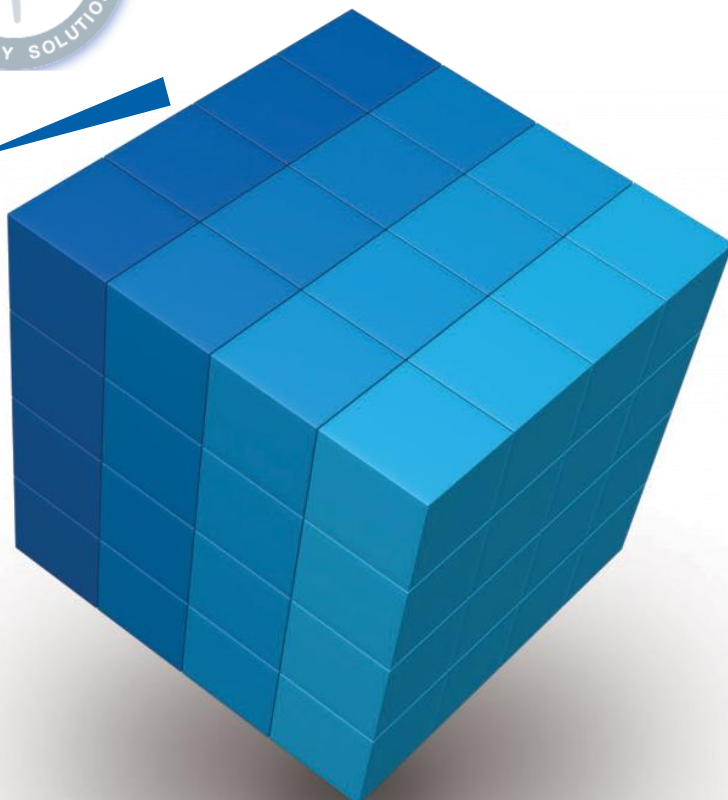
Nadie podría hacer mejor este trabajo que los profesionales de una empresa con más de 100 años de experiencia en el desarrollo, producción y aplicación de baterías.

Confíe el mantenimiento de sus baterías y cargadores a profesionales: suscribir un contrato de servicios con GNB le proporciona ventajas económicas extraordinarias mediante el ahorro de tiempo, costes y una mayor seguridad.



Instalación de baterías y sistemas para estacionario

- > Desarrollo de soluciones durante todo el proceso, desde el diseño a la instalación y puesta en marcha.
- > Instalación conforme a la normativa legal y de seguridad, incluyendo la certificación CE por los técnicos autorizados a instalar.
- > Formación y certificación de los técnicos de instalación externos conforme a la normativa CE.



- ✦ Contrato de inspección
- ✦ Contrato de mantenimiento
- ✦ Contrato garantía ampliada
- ✦ Contrato de servicio integral

«**Servicio GNB:**
individualizado, profesional
y en toda Europa»

Notas



Exide Technologies, presente en más de 80 países, es una de las mayores empresas de producción y reciclaje de baterías de ácido plomo. Exide Technologies proporciona una amplia y personalizada gama de soluciones eléctricas de almacenamiento de energía. Apoyándose en más de 120 años de experiencia en el desarrollo de tecnología, Exide Technologies es un reputado fabricante de primeros equipos y trabaja en el mercado de las piezas de repuesto para uso industrial y de automoción.

GNB Industrial Power –Una división de Exide Technologies– ofrece una extensa gama de productos almacenables y de servicios, que incluyen soluciones para sistemas de telecomunicación, aplicaciones ferroviarias, minería, energía fotovoltaica, sistemas de alimentación ininterrumpida, producción de electricidad y distribución, carretillas elevadoras y vehículos eléctricos.

Exide Technologies se enorgullece de su compromiso con el medio ambiente. Se ha desarrollado un enfoque integral de la fabricación, la distribución y el reciclaje de baterías de ácido plomo para asegurar que el ciclo de vida de todos los productos sea seguro y responsable.

Xtender

XTH



Modelo	XTH 3000-12	XTH 5000-24	XTH 6000-48	XTH 8000-48
Inversor				
Tensión nominal de batería	12 Vdc	24 Vdc	48 Vdc	
Rango de tensión de entrada	9,5 - 17 Vdc	19 - 34 Vdc	38 - 68 Vdc	
Potencia continua @ 25°C	2500 VA	4500 VA	5000 VA	7000 VA
Potencia 30 min. @ 25°C	3000 VA	5000 VA	6000 VA	8000 VA
Potencia 5 sec. @ 25°C	7.5 kVA	12 kVA	15 kVA	21 kVA
Carga máxima	Hasta corto circuito			
Carga asimétrica	Hasta Pcont			
* Detección de carga (stand-by)	2 a 25 W			
Cos φ	0.1-1			
Rendimiento máximo	93 %	94 %	96 %	
Consumo OFF/Stand-by/ON	1.2 W / 1.4 W / 14 W	1.4 W / 1.8 W / 18 W	1.8 W / 2.2 W / 22 W	1.8 W / 2.4 W / 30 W
* Tensión de salida	Sinusoidal pura 230 Vac (+/- 2 %) / 120 Vac ⁽¹⁾			
* Frecuencia de salida	Ajustable 45 - 65 Hz ⁽¹⁾ ± 0.05 % (controlado por cuarzo)			
Distorsión harmónica	< 2 %			
Protección de sobrecarga y corto circuito	Desconexión automática con 3 intentos de reinicio			
Protección de sobre temperatura	Alarma antes de corte y reinicio automático			
Cargador de batería				
* Características de carga	6 etapas: Bulk-Absorción-Flotación-Ecualización-Flotación reducida-Absorción periódica Número de etapas, umbrales, corriente de fin de etapa y tiempos completamente ajustables con el RCC-02/-03			
* Corriente de carga máxima	160 A	140 A	100 A	120 A
* Compensación por temperatura	Con BTS-01 o BSP 500/1200			
Corrección del factor de potencia (PFC)	EN 61000-3-2			
Datos generales				
* Rango de tensión de entrada	150 a 265 Vac / 50 a 140 Vac ⁽¹⁾			
Frecuencia de entrada	45 - 65 Hz			
Corriente máx. de entrada (relé de transferencia) / corriente máx. de salida	50 Aac / 56 Aac			50 Aac / 80 Aac
Tiempo de transferencia (UPS)	< 15 ms			
Contactos multifuncionales	2 contactos independientes (libres de potencial con 3 puntos, 16 Aac / 5 Adc)			
Peso	34 kg	40 kg	42 kg	46 kg
Dimensiones A/a/l [mm]	230 / 300 / 500	230 / 300 / 500	230 / 300 / 500	
Índice de protección	IP20			
Declaración UE de conformidad	Directiva de Baja Tensión 2014/35/UE: - EN 50178:1997 Directiva de Compatibilidad Electromagnética (CEM) 2014/30/UE: - EN 62040-2:2006, EN 61000-3-2:2014 EN 61000-3-12:2011			
Rango de temperatura de trabajo	-20 a 55°C			
Humedad relativa de funcionamiento	95% sin condensación			
Ventilación	Forzada a partir de 55°C			
Nivel acústico	< 40 dB / < 45 dB (sin/con ventilación)			
Garantía	5 años			
Certificado ISO	9001:2008 / 14001:2004			
Accesorios				
Control remoto RCC-02 o RCC-03	•	•	•	•
Módulo Xcom-232i	•	•	•	•
Sets de comunicación Xcom-LAN / Xcom-GSM / Xcom-SMS	•	•	•	•
Controlador del estado de carga de batería BSP	•	•	•	•
Módulo de entrada remota RCM-10 (3 m de cable)				
Módulo con 2 contactos auxiliares ARIM-02				
Módulo de ventilación ECF-01				
Sensor de temperatura de batería BTS-01 (3 m)	•	•	•	•
Cable de comunicación para 3ph y // CAB-RJ45-8-2	•	•	•	•
Marco de montaje X-Connect	•	•	•	•

* Ajustable con el RCC-02/-03

** Valores mencionados únicamente válidos con el módulo de ventilación ECF-01

(1) Con -01 al final de la referencia, significa 120V/60Hz. Disponible para todos los Xtender excepto el XTH 8000-48

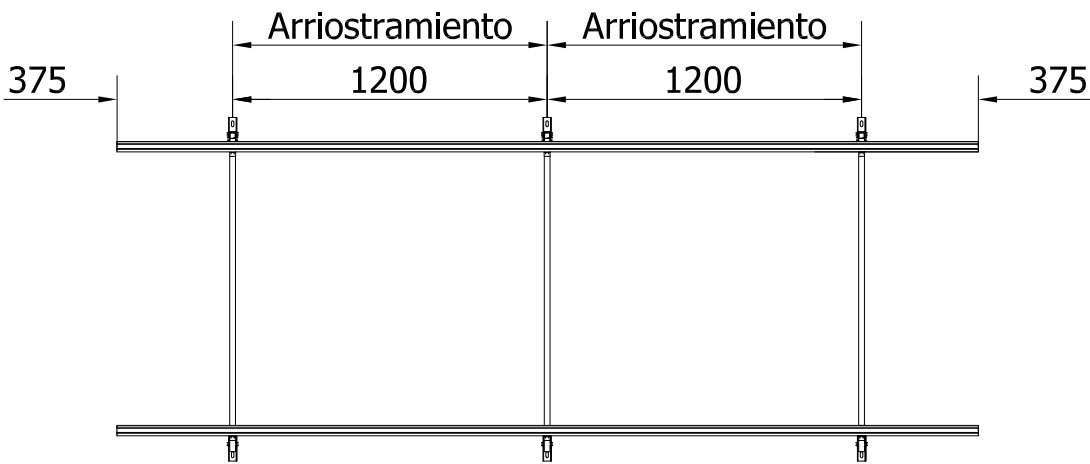
Estos datos pueden cambiar sin preaviso



Modelo	GUARDIAN FR6
Regulación – Voltaje – Frecuencia	Estabilizador electrónico – 230V – 50Hz
AC Máxima	6500w
AC Nominal	6000w
Modelo de motor	SGH series 15HP
Cilindrada	420cc
Tipo de motor	4 tiempos OHV refrigeración forzada por aire.
Nivel sonoro a 7mts	74dB (A)
Presión máx garantizado CE-LwA acorde 2000/14/EC	97dB
Tipo de arranque	Manual-Eléctrico-automático fallo de red
Capacidad tanque combustible	28L
Consumo hora - Autonomía al 25% 50% 75% carga	(1.6 l/h – 17.5h) (1.9 l/h – 14.7h) (2.5 l/h – 11.2h)
Capacidad de aceite – Tipo aceite	1.1L SAE10W30 - SAE10W40
Kit de transporte	Si, con neumáticos de goma 10" y llanta metálica.
Dimensiones sin / con ruedas L x A x Alto (cm)	70 x 53 x 59 / 75 x 67 x 68
Peso maquina / bruto embalaje (Kg)	96/99
Referencia	2013025

- Testado según EN12601:2010: grupos electrógenos accionados por motor de combustión.
- Conforme 2006/42/EC Maquinaria
- Conforme 2006/95/EC Bajo Voltaje
- Conforme 2004/108/EC Compatibilidad electromagnética.
- Conforme 2000/14/EC (enmienda 2005/88/EC) Emisiones sonora equipamiento de exterior en su etapa II Junio 2006.

CVE915XL Premontado



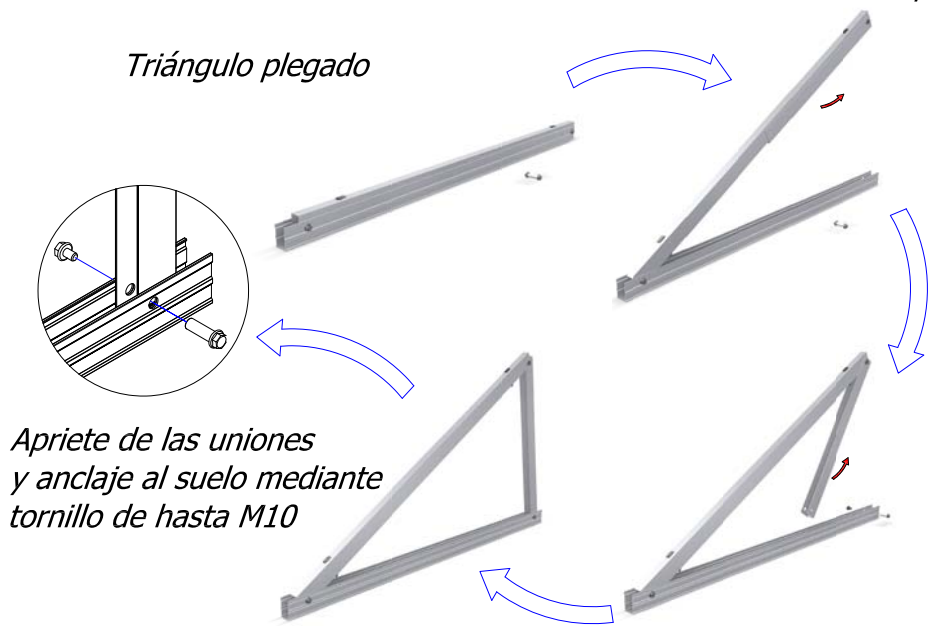
!
Nota: Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos.



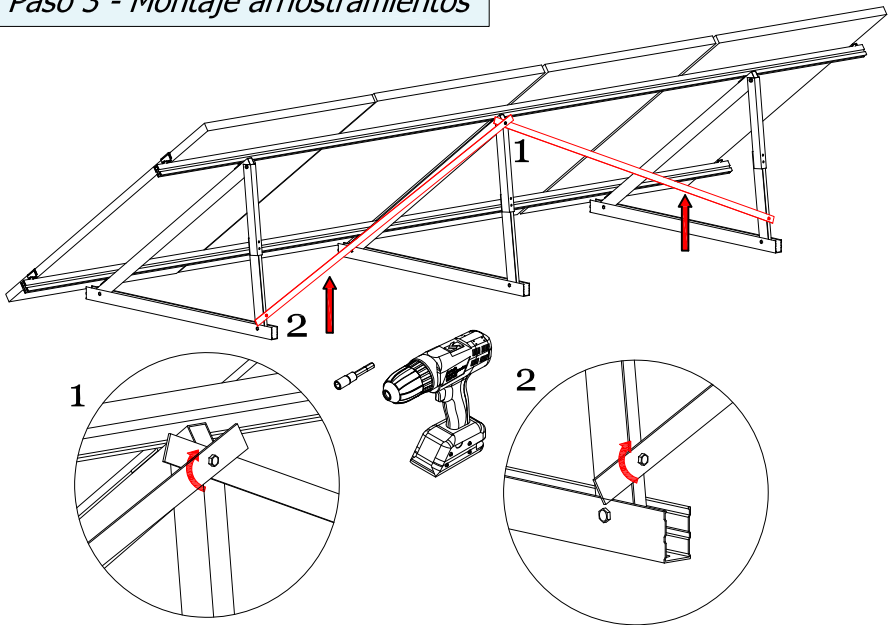
Paso 1 - Montaje Triángulo

Despliegue fácil del triángulo hasta su posición final

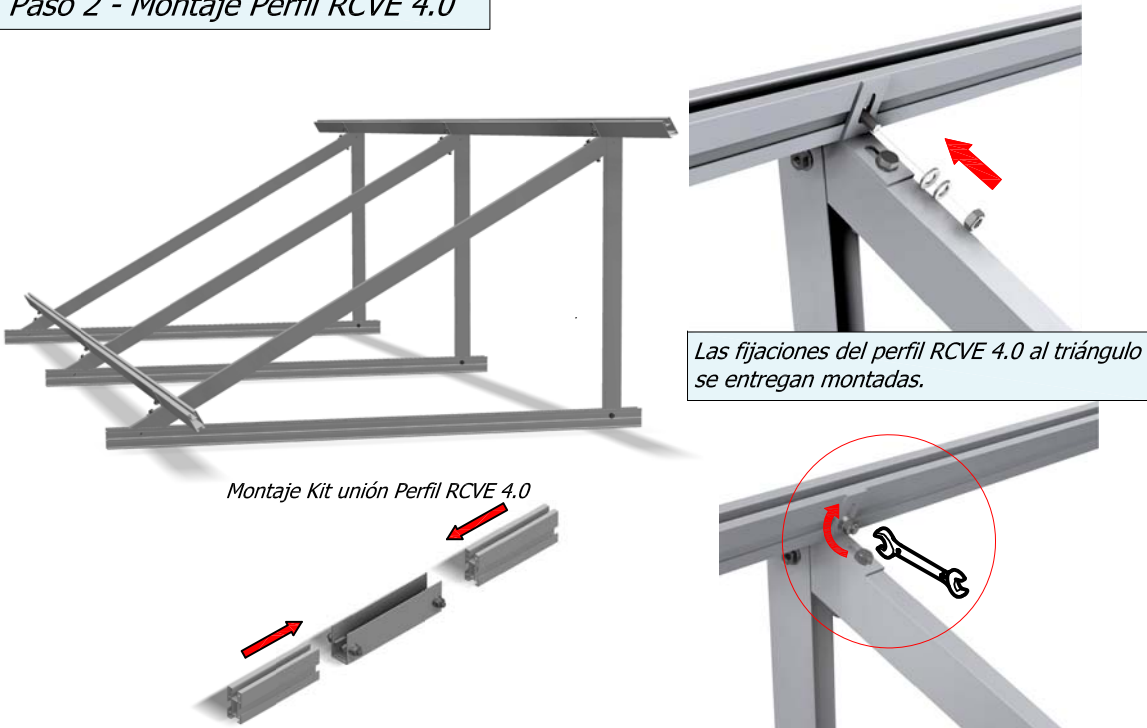
Triángulo plegado



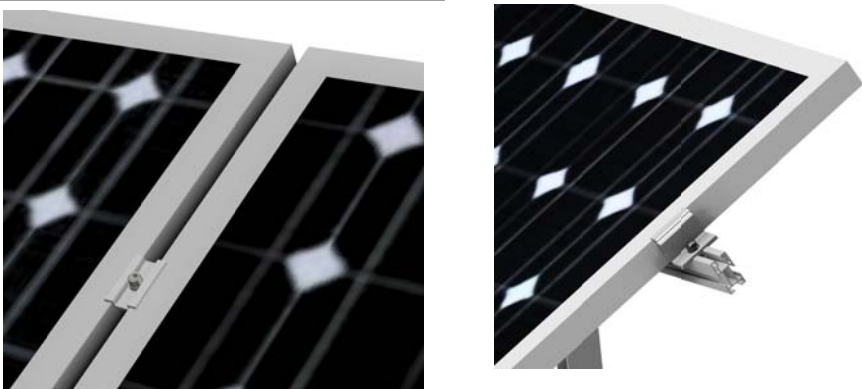
Paso 3 - Montaje arriostramientos



Paso 2 - Montaje Perfil RCVE 4.0

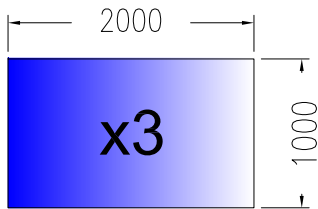


Paso 4 - Montaje de módulos



Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm



Triángulo CVE915XL

x3

Kit Presor lateral regulable

x4

Kit Presor central

x4

Kit Unión perfil RCVE 4.0

Perfil RCVE 4.0

x2

x2 - 2100 mm.
x2 - 1050 mm.

Arriostramiento

x2

x4

PLANO DE MONTAJE



SUNFER
ENERGY
STRUCTURES

ANEXO 3: Estudio básico de Seguridad y Salud

Anexo 3: Estudio básico de Seguridad y Salud.

1. Introducción

El estudio básico de seguridad y salud se fundamenta en dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello, relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Estudio básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes y demás aspectos contemplados en su artículo 24 sobre coordinación de actividades empresariales.

En base a éste Estudio Básico de Seguridad, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto de éste proyecto.

2. Justificación del estudio básico de seguridad y salud.

En cumplimiento del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto a elaborar un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras, cuando se encuentre en alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,07€.
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos anteriores, como es el presente proyecto el promotor estará obligado a elaborar en la fase de redacción del proyecto un estudio básico de seguridad y salud.

3. Objeto del estudio básico de seguridad y salud

El objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Conforme se especifica en el artículo 6.2, del Real Decreto 1627/1997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Relación de las normas de seguridad y salud aplicables a la obra.
- Identificación de los riesgos que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.
- Relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y

valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. No será necesario valorar esta eficacia cuando se adopten las medidas establecidas por la normativa o indicadas por la autoridad laboral.

- Relación de actividades y medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en el Anexo II del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Previsión e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

4. Datos del proyecto

Tabla 12 Datos del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

PROYECTO DE REFERENCIA	
Proyecto de	Diseño de una instalación fotovoltaica para el helipuerto de lucha contra incendios forestales de Hoyos (Cáceres).
Proyectista	Ángel Ramajo Parra
Promotor	Universidad de Lleida. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias
Emplazamiento	Polígono industrial Cañada Paleta. Polígono 2, Parcela 249. Hoyos (Cáceres)
Presupuesto de ejecución material	27.826,55€
Plazo de ejecución previsto	20 días
Número máximo de operarios	2

A. Descripción del emplazamiento y la obra

Este proyecto se emplaza en las instalaciones de la Conserjería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio, concretamente la base helitransportada de lucha contra incendios forestales situado en el Polígono industrial Cañada Paleta. Polígono 2, Parcela 249, en la localidad de Hoyos (Cáceres). La instalación fotovoltaica aislada se situara sobre la cubierta sur de la nave industrial. En dichas instalaciones existe suministro de agua potable, energía eléctrica, sistema de saneamiento, dispositivos apropiados de lucha contra incendios (Extintores).

B. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

En cumplimiento con el punto 15 del Anexo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, la obra debe disponer de servicios higiénicos. En el edificio contiguo al que se realizaran las obras dispone de los servicios higiénicos suficientes para el correcto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud laboral. La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la tabla siguiente:

Tabla 13 Servicios Higiénicos. Fuente: Elaboración propia.

SERVICIOS HIGIENICOS	
X	Vestuarios adecuados de dimensiones suficientes, con asientos y taquillas individuales provistas de llave, con una superficie mínima de 2 m ² por trabajador que haya de utilizarlos y una altura mínima de 2,30 m.
X	Lavabos con agua fría y caliente a razón de un lavabo por cada 10 trabajadores o fracción.
X	Duchas con agua fría y caliente a razón de una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.

X	Retretes a razón de un inodoro cada 25 hombres o 15 mujeres o fracción. Cabina de superficie mínima 1,20m ² y altura 2,30 m.
---	---

De acuerdo con el apartado A.3 del Anexo VI del Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

Tabla 14 Primeros Auxilios y Asistencia Sanitaria. Fuente: Elaboración propia.

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	DISTANCIA APROXIMADA (Km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria	Centro de Salud de Hoyos. Calle Jálama, s/n, 10850 Hoyos, Cáceres Teléfono: 927 51 43 45	1,3 km
Asistencia Especializada	Hospital de Coria. Calle Cervantes, 75, 10800 Coria, Cáceres. Teléfono: 927 14 92 00	30 km
Observaciones: El botiquín portátil contendrá desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, torniquete, antiespasmódicos, analgésicos, bolsa para agua o hielo, termómetro, tijeras, jeringuillas desechables, pinzas y guantes desechables.		

C. Herramientas y maquinaria pesada de obra

Durante la obra se podrán utilizar las siguientes herramientas y maquinaria pesada:

- Eléctricas portátiles: esmeriladora radial, taladradora, martillo picador eléctrico, multímetro, chequeador portátil de la instalación.
- Herramientas de combustión: pistola fijadora de clavos, equipo de soldadura de propano o butano.
- Herramientas de mano: cuchilla, tijera, destornilladores, martillos, pelacables, cizalla cortacables, sierra de arco para metales, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, reglas, escuadras, nivel, etc.
- Herramientas de tracción: térrales, trócolas y poleas.
- Motores eléctricos, sierra de metales, grúa, cabrestante.

D. Medios auxiliares

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares que podrán ser empleados en la obra y sus características más importantes:

Tabla 15 Medios auxiliares. Fuente: Elaboración propia.

MEDIOS AUXILIARES		
	MEDIOS	CARACTERISTICAS
X	Andamios colgados móviles	Deben someterse a una prueba de carga previa Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos Los pescantes serán preferiblemente metálicos Los cabrestantes se revisarán trimestralmente Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad

X	Andamios tubulares apoyados	Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas Las cruces de San Andrés se colocarán por ambos lados Correcta disposición de las plataformas de trabajo Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo I durante el montaje y desmontaje
X	Andamios sobre borriquetes	La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
X	Escaleras de mano	Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m. la altura a salvar. Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total
X	Instalación eléctrica	Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1\text{m}$: Interruptores diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza Interruptores diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión $> 24\text{V}$. Interruptor magnetotérmico general onipolar accesible desde el exterior I. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de corriente y alumbrado La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro La puesta a tierra (caso de no utilizar la del edificio) será < 80 ohmios

5. Riesgos laborales

Identificar los factores de riesgo, los riesgos de accidente de trabajo y/o enfermedad profesional derivados de los mismos, procediendo a su posterior evaluación, de manera que sirva de base a la posterior planificación de la acción preventiva en la cual se determinarán las medidas y acciones necesarias para su corrección (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales). Tras el análisis de las características de la instalación y del personal expuesto a los riesgos se han determinado los riesgos que afectan al conjunto de la obra.

A. Riesgos laborales evitables completamente

La relación de los riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas se incluyen en la siguiente tabla:

Tabla 16 Riesgos evitables. Fuente: Elaboración propia.

RIESGOS EVITABLES			MEDIDAS TECNICAS ADOPTADAS
X	Trabajos con presencia de tensión (media y baja tensión)	X	Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables
X	Derivados de la rotura de instalaciones existentes	X	Neutralización de las instalaciones existentes

Se establecerá un programa de trabajo claro que facilite un movimiento ordenado en la obra de personal, medios auxiliares y materiales.

B. Riesgos laborales no eliminables completamente

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente evitados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos.

Tabla 17 Riesgos laborales no eliminables completamente. Fuente: Elaboración propia.

RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE	
X	Caídas de operarios al mismo nivel

X	Caídas de operarios a distinto nivel
X	Caídas de objetos sobre operarios
X	Caídas de objetos sobre terceros
X	Choques o golpes contra objetos
X	Fuertes vientos
X	Trabajos en condiciones de humedad
X	Contactos eléctricos directos e indirectos
X	Cuerpos extraños en los ojos
X	Sobreesfuerzos

La protección colectiva engloba cualquier elemento o dispositivo de seguridad que protege a un conjunto de trabajadores (uno o varios), sin necesidad de que éstos los lleven encima ni realicen ninguna tarea específica.

La protección colectiva es el primer paso en la protección que se debe adoptar frente a un riesgo. Solo establecidas éstas, se procederá a considerar las individuales necesarias, teniendo en cuenta que la mayoría de las protecciones colectivas evitan el riesgo, pero otras solo lo reducen y controlan.

Tabla 18 Medidas preventivas y sus protecciones colectivas. Fuente: Elaboración propia.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCION
X	Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	Permanente
X	Orden y limpieza de los lugares de trabajo	Permanente
X	Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.	Permanente
X	Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	Permanente
X	No permanecer en el radio de acción de las máquinas	Permanente
X	Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	Permanente
X	Señalización de la obra (señales y carteles)	Permanente
X	Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia	Alternativa al vallado
X	Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura > 2m	Permanente
X	Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	Permanente
X	Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B	Permanente
X	Evacuación de escombros	Ocasional
X	Escaleras auxiliares	Para riesgos concretos
X	Información específica	Frecuente
X	Cursos y charlas de formación	Frecuente

Tabla 19 Medidas preventivas y protecciones colectivas. Fuente: Elaboración propia.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		GRADO DE ADOPCION/EMPLEO
X	Cascos de seguridad	Permanente
X	Calzado protector	Permanente
X	Ropa de trabajo	Permanente
X	Gafas de seguridad	Permanente
X	Cinturones de protección del tronco	Permanente
X	Arnés de sujeción	Permanente

Detalladas las medidas de protección colectiva para la eliminación o reducción de los riesgos presentes en los distintos trabajos desarrollados con la instalación y mantenimiento de sistemas de aprovechamiento de la energía solar, se considerarán en este apartado las medidas de protección por parte del trabajador de Equipos de Protección Individual (EPI).

Según el Real Decreto 773/97 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, define, en su artículo 2, apartado 1:

Equipo de Protección Individual (EPI), es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

El Anexo I del Real Decreto 773/97 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual define un listado indicativo y no exhaustivo de los equipos de protección individual a utilizar, siendo:

- Protectores de la cabeza
- Protectores del oído
- Protectores de los ojos y de la cara
- Protección de las vías respiratorias
- Protectores de manos y brazos
- Protectores de pies y piernas
- Protectores de la piel
- Protectores del tronco y el abdomen
- Protección total del cuerpo

Y en el anexo III de este mismo real decreto especifica los sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual.

Así se especificara que los trabajadores deberán estar adecuadamente protegidos especialmente con el equipo de protección individual que corresponda en función del riesgo que asuma.

Tabla 20 Riesgos asumidos y equipo de protección individual a emplear. Fuente (Confederación de la Pequeña y Mediana Empresa Aragonesa - CEPYME Aragón 2012).

RIESGO	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL
Caída de personas a distinto nivel	Arnés de seguridad Cinturón de sujeción Dispositivos anticaídas con amortiguación

Proyección de partículas o fragmentos	Pantalla facial Gafas de cazoleta Guantes de protección mecánica
Sobreesfuerzos	Cinturón de protección lumbar
Atrapamientos, golpes o cortes con herramientas y objetos.	Guantes de protección mecánica Calzado de seguridad
Caída de objetos en manipulación o desprendidos	Casco de seguridad Calzado de seguridad
Pisadas sobre objetos punzantes	Calzado de seguridad con suela anti penetración
Contactos eléctricos	Casco de seguridad Gafas de cazoleta Guantes contra riesgos eléctricos Calzado de seguridad con suela dieléctrica Ropa de trabajo
Ruido	Casco anti ruido Protección auditiva (tapones)
Contactos térmicos	Guantes contra riesgos térmicos
Estrés térmico	Ropa de protección contra bajas temperaturas
Contacto con sustancias causticas y corrosivas.	Pantalla facial Guantes contra riesgo químico Ropa de protección Equipo filtrantes contra gases y vapores
Contacto con sustancias nocivas y peligrosas	Pantalla facial Guantes contra riesgo químico Ropa de protección química Equipo filtrantes contra gases y vapores
Biológico (legionella)	Ropa de protección especial Protectores integrales para cabeza Guantes de protección Equipos filtrantes contra riesgo biológico

Por ello, debemos considerar en la aplicación de los EPIS:

- Se debe recurrir al uso de los EPI cuando se han agotado todas las otras vías prioritarias de seguridad.
- Deben dar una protección eficaz sin suponer un riesgo adicional.
- La empresa tiene la obligación de determinar los puestos de trabajo que precisen el uso de los EPI, al igual que elegir estos equipos y proporcionarlos gratuitamente a las personas que trabajan.
- Cada persona trabajadora tiene la obligación de seguir las instrucciones que se le han dado sobre la utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual, así como de colocarlos en el lugar indicado después de usarlos.
- Los trabajadores también tienen el deber de informar de inmediato a su superior jerárquico directo de cualquier defecto, anomalía o daño apreciable en un EPI.

6. Previsiones para trabajos futuros

En el Proyecto de Ejecución a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación del edificio en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Estos elementos son los que se relacionan con los siguientes:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a cubierta (puertas, trampillas).
- Ganchos de ménsula (pescantes).
- Pasarelas de limpieza.

7. Normativa de seguridad aplicable a la obra

La normativa aplicable en materia de seguridad y salud a la obra es la siguiente:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

8. Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, así como en el supuesto a que se refiere el artículo siguiente, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación.

ANEXO 4: Estudio de Impacto ambiental

Anexo 4: Estudio de impacto ambiental.

Las actuaciones contempladas en el presente proyecto no se enmarcan en ninguno de los supuestos establecidos en los Anexos I y II de la legislación vigente, a nivel nacional, en materia de evaluación de impacto ambiental (Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental), ni están dentro de los anexos de la Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

ANEXO 5: Plan de Obra

Anexo 5: Plan de obra

Introducción

En el presente anexo se establece el análisis de los recursos y equipos que deberán disponerse, y que desembocan en una programación de trabajos que, a modo indicativo, refleja la secuencia de las diversas actividades que componen la totalidad de la obra, así como sus duraciones parciales, a fin de obtener su duración total.

Por ello, en primer lugar se estudian, los equipos óptimos a disponer, y los rendimientos esperados de los mismos, para posteriormente, establecer las duraciones de las diferentes actividades, y el plazo total de ejecución.

Posteriormente, se adjunta el Diagrama de Gantt, donde se indica gráficamente todo lo desarrollado.

De acuerdo con la obra a ejecutar, según el Documento nº 4 “Presupuesto”, los equipos previstos, y la secuencia de construcción, se establece a continuación la programación general a modo de Diagrama de Gantt. El plazo total de las obras asciende a VEINTE (20) DÍAS.

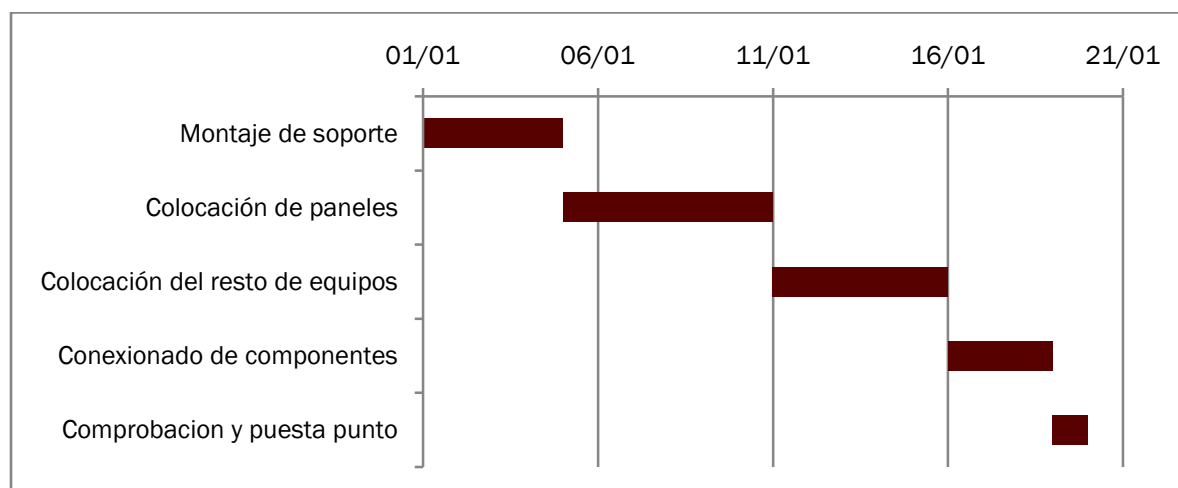


Figura 11 Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6: Gestión de Residuos

Anexo 6: Gestión de Residuos.

1. Introducción.

Las actuaciones contempladas en el presente proyecto generan una serie de subproductos que la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, define como residuo. El presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción se redacta de acuerdo con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y el Decreto 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

En este Estudio se realiza una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra.

2. Definiciones.

Para un mejor entendimiento de este documento se realizan las siguientes definiciones dentro del ámbito de la gestión de residuos en obras de construcción y demolición:

- **Residuo:** Según la ley 22/2011 se define residuo a cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o que tenga la intención u obligación de desechar.
- **Residuo peligroso:** Son materias que en cualquier estado físico o químico contienen elementos o sustancias que pueden representar un peligro para el medio ambiente, la salud humana o los recursos naturales. En última instancia, se considerarán residuos peligrosos los que presentan una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III de la Ley 22/2011 de Residuos, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de la materia que sean de aplicación, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- **Residuos no peligrosos:** Todos aquellos residuos no catalogados como tales según la definición anterior.
- **Residuo inerte:** Aquel residuo No Peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixivialidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.
- **Residuo de construcción y demolición:** Cualquier sustancia u objeto que cumpliendo con la definición de residuo se genera en una obra de construcción y de demolición.
- **Código LER:** Código de 6 dígitos para identificar un residuo según la Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- **Productor de residuos:** La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuos la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- **Poseedor de residuos de construcción y demolición:** la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el

constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

- **Volumen aparente:** volumen total de la masa de residuos en obra, espacio que ocupan acumulados sin compactar con los espacios vacíos que quedan incluidos entre medio. En última instancia, es el volumen que realmente ocupan en obra.
- **Volumen real:** Volumen de la masa de los residuos sin contar espacios vacíos, es decir, entendiendo una teórica masa compactada de los mismos.
- **Gestor de residuos:** La persona o entidad pública o privada que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos. Han de estar autorizados o registrados por el organismo autonómico correspondiente.
- **Destino final:** Cualquiera de las operaciones de valorización y eliminación de residuos enumeradas en la "Orden MAM/304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos".
- **Reutilización:** El empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- **Reciclado:** La transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.
- **Valorización:** Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- **Eliminación:** todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

3. Codificación de los residuos de la obra

Los residuos que se prevé se generen durante la construcción de la obra se han codificado de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002.

Tabla 21 Códigos LER atendiendo a lo dispuesto en la orden MAM/304/2002. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO LER	RESIDUOS NO PELIGROSOS
15 01 01	Envases de papel y cartón.
15 01 02	Envases de plástico.
16 01 17	Metales férreos.

La evaluación teórica de los residuos que se estima se pueden generar en la obra figura en la Tabla 22. Tales residuos se corresponden con los derivados del proceso específico de la obra prevista, y los embalajes de los materiales a utilizar, sin tener en cuenta otros residuos derivados de los sistemas de envío, que dependerán de las condiciones de suministro y se desprecian debido al tamaño de dicha obra. Dicha estimación se ha codificado de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002.

Se trata de una estimación inicial, que es lo que la normativa requiere en este documento, para la toma de decisiones en la gestión de residuos pero será el fin de obra el que determine en última instancia los residuos obtenidos.

Tabla 22 Codificación LER, de los residuos no peligrosos generados en la obra. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO LER	RESIDUOS NO PELIGROSOS	% RESIDUOS
15 01 01	Envases de papel y cartón.	5
15 01 02	Envases de plástico.	5
16 01 17	Metales férreos.	2

Los residuos generados como consecuencia de la obra y dado el escaso volumen de residuos que se producen, y la naturaleza de estos, no resulta factible la realización de medidas de valorización de residuos.

Los residuos se depositaran en el punto limpio más cercano a la obra, no realizándose ninguna actividad de eliminación directa en obra.

Cáceres, enero de 2020

EL INGENIERO DE MONTES

Ángel Ramajo Parra

ANEXO 7: Certificado de obra completa

Anexo 7: certificado de obra completa

El presente Proyecto corresponde a una obra completa, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente y que comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de la obra a que da lugar, considerarse elementos los comprendidos como aquellos bienes de equipo que deben ser empleados en las mismas mediante instalaciones fijas siempre que constituyan complemento natural de la obra y su valor suponga un reducido porcentaje en relación con el presupuesto total del proyecto.

Y para que así conste y surta efecto, en el sentido exigido por el artículo 125 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba Reglamento General de Ley de los Contratos de las Administraciones Públicas”, se expide el presente Certificado.

Cáceres, enero de 2020

EL INGENIERO DE MONTES

Ángel Ramajo Parra

ANEXO 8: Ficha técnica

Datos generales

- **Título del proyecto:** Diseño de una instalación fotovoltaica para el helipuerto de lucha contra incendios forestales de Hoyos (Cáceres).
- **Organismo:** Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio.
- **Municipio donde se ubica la obra:** Hoyos.
- **Provincia donde se ubica la obra:** Cáceres.
- **Base helitransportada donde se ubica la obra:** Hoyos.

Características de las obras

- Descripción de las obras.

El principal objetivo de la obra es la instalación mediante energía solar fotovoltaica para el helipuerto de lucha contra incendios de la comarca de Sierra de Gata y dotar a la instalación de potencia suficiente para su autoabastecimiento y poder así contribuir a la reducción de CO₂, consecuencia del abandono de la utilización de combustibles fósiles.

- Principales unidades de obra:
 - ✓ Elementos fotovoltaicos
 - ✓ Estructura- soporte
 - ✓ Cableado
 - ✓ Protecciones
 - ✓ Puesta a tierra.

Plazo de ejecución y presupuesto

- Plazo de ejecución: 20 días.
- Presupuesto:
 - ✓ Presupuesto de Ejecución Material: 27.826,55€.
 - ✓ Presupuesto Base de Licitación: 40.067,44€.
 - ✓ Presupuesto Conocimiento Administración: 40.067,44€.
- Revisión de precios: NO.
- Clasificación del Contratista: debido a que el importe presupuestario del presente proyecto no supera el valor de 500.000 euros, no se exige clasificación del contratista.

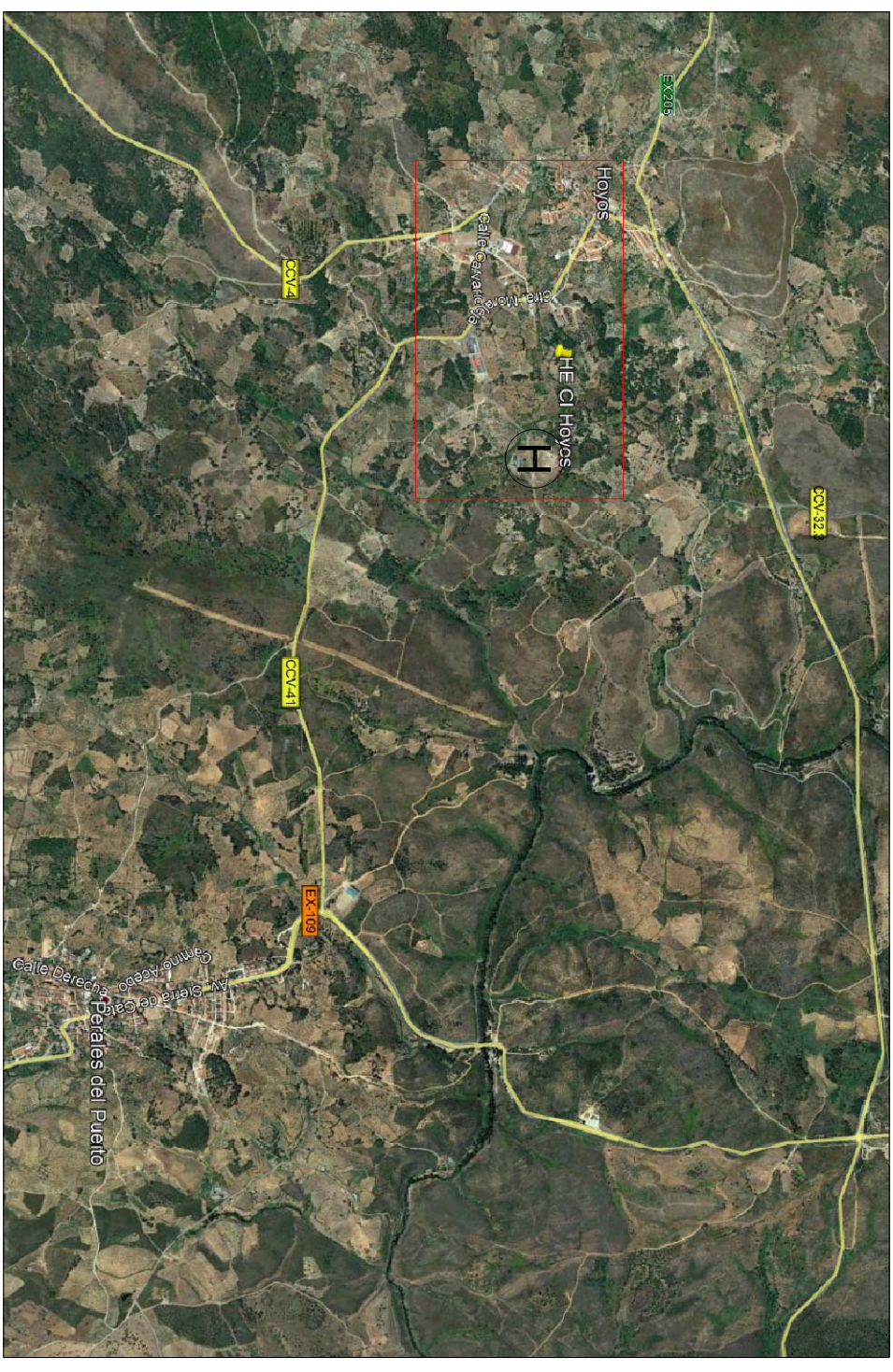
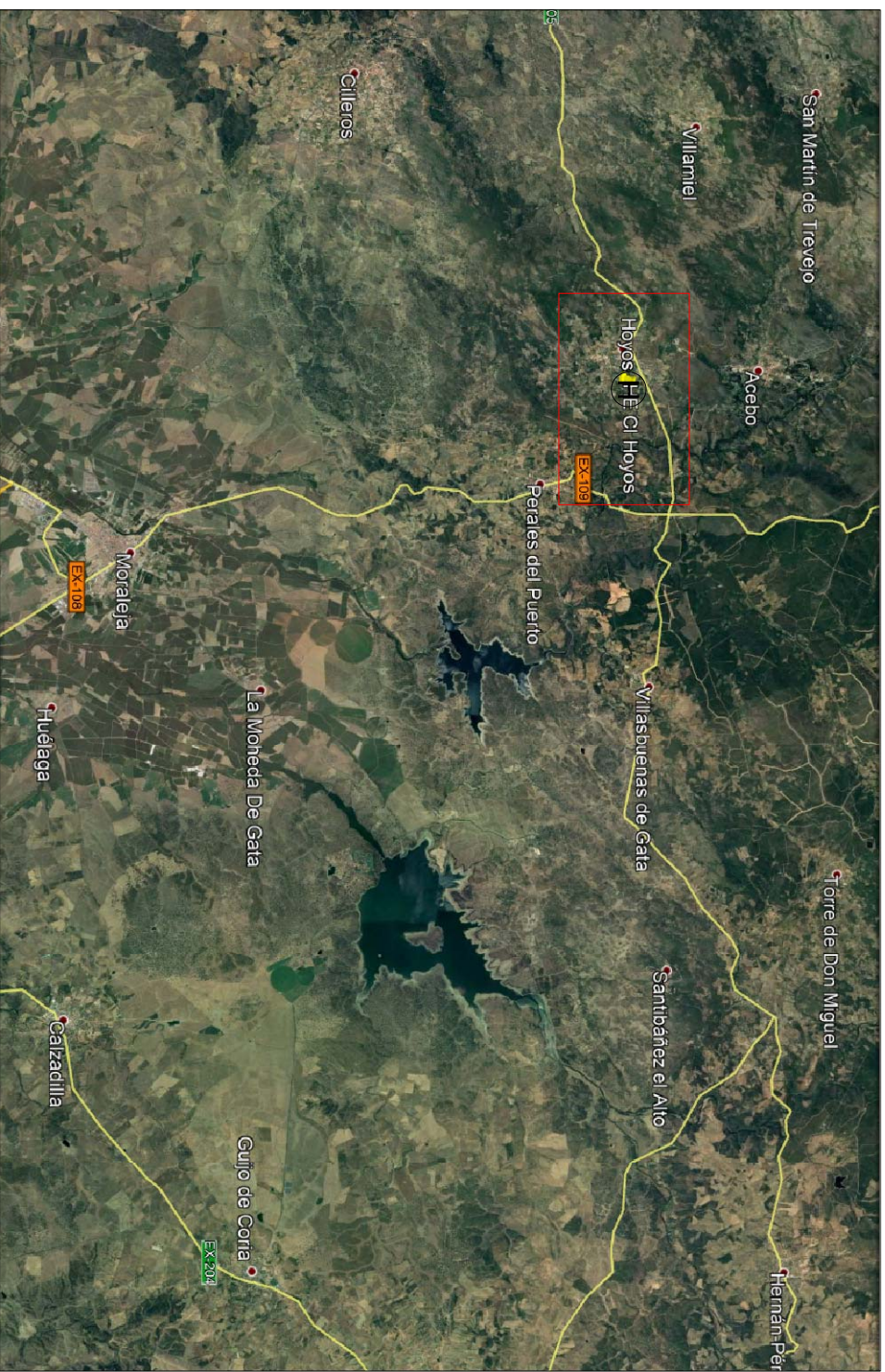
DOCUMENTO N°2 : PLANOS

Índice Planos

Índice Planos.....	102
2 Documento nº2: Planos	103
Plano nº 1 Situación y emplazamiento.....	104
Plano nº 2 Planta de cubierta y situación de los módulos fotovoltaicos.....	105
Plano nº 3 Área de aproximación y despegue.....	106
Plano nº 4 Alzados y secciones.....	107
Plano nº 5 Planta de usos y cotas	108
Plano nº 6 Esquema unifilar.....	109

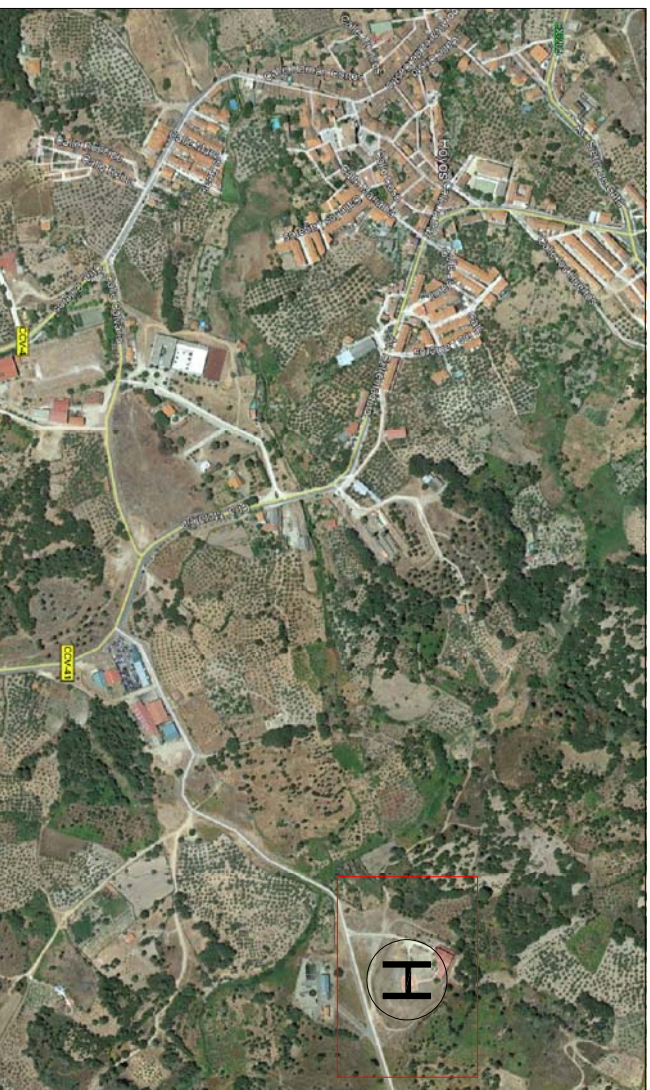
2 Documento nº2: Planos

- ❖ Plano nº 1 Situación y emplazamiento
- ❖ Plano nº 2 Planta de cubierta y situación de los módulos fotovoltaicos
- ❖ Plano nº 3 Área de aproximación y despegue
- ❖ Plano nº 4 Alzados y secciones
- ❖ Plano nº 5 Planta de usos y cotas
- ❖ Plano nº 6 Esquema unifilar.



E 1:5000

E 1:2000



E 1:1000

E 1:500

Legenda

- Asuación
- Trayectoria
- LC
- ZEPA
- Núcleos urbanos
- IBA
- Límite Territorio Municipal

IBA N° 202 "Sierra de la Sierra de Guat"

IBA N° 201 "Terribles de Borobol"

LC E8A320037 "Sierra de Guat"

ZEPA E500000370 "Sierra de Gata y Vihos de las Pitas"

TM. MOYOS

TM. ACIBO

MOYOS

CAJEME

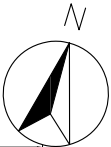
ACACIBO

MA. REALES DEL PUERTO

0 250 500 1000 metros

Guatemala

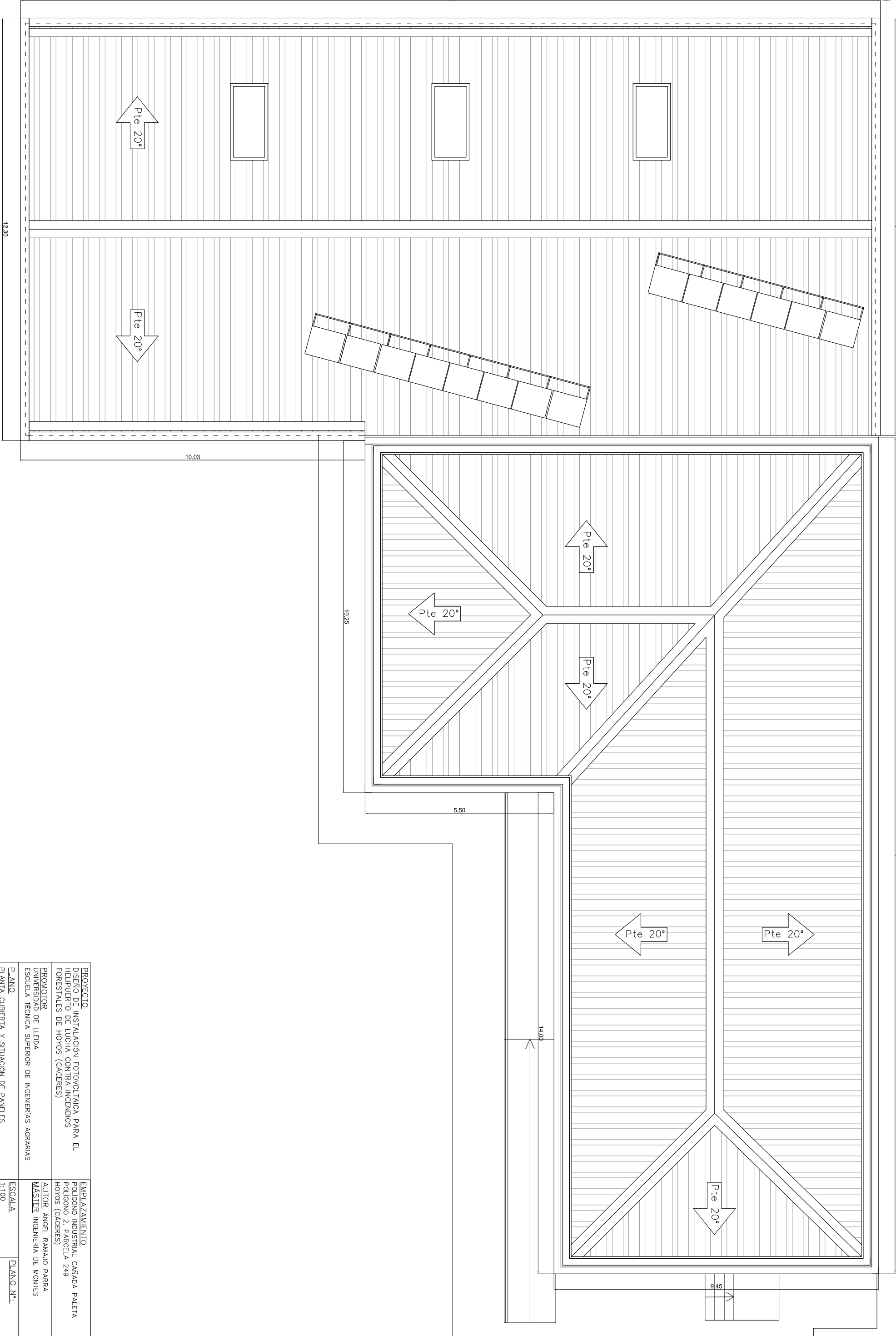
<p>PROYECTO DISEÑO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL HELIPUERTO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS FORESTALES DE HOTOS (CÁCERES)</p>	<p>EMPLAZAMIENTO POLIGONO INDUSTRIAL CANADA PALETA POLICONO 2, PARCELA 249 HOTOS (CÁCERES)</p>
<p>PROMOTOR UNIVERSIDAD DE LEIÐDA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS</p>	<p>AUTIOR ANGEL RAMAJO PARRA MÁSTER INGENIERÍA DE MONTES</p>
<p>PLANO SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</p>	<p>ESCALA VARIAS</p>
<p>FECHA 28-10-2019</p>	<p>PLANO N.º. 1/6</p>



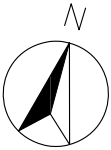
12.15

24.35

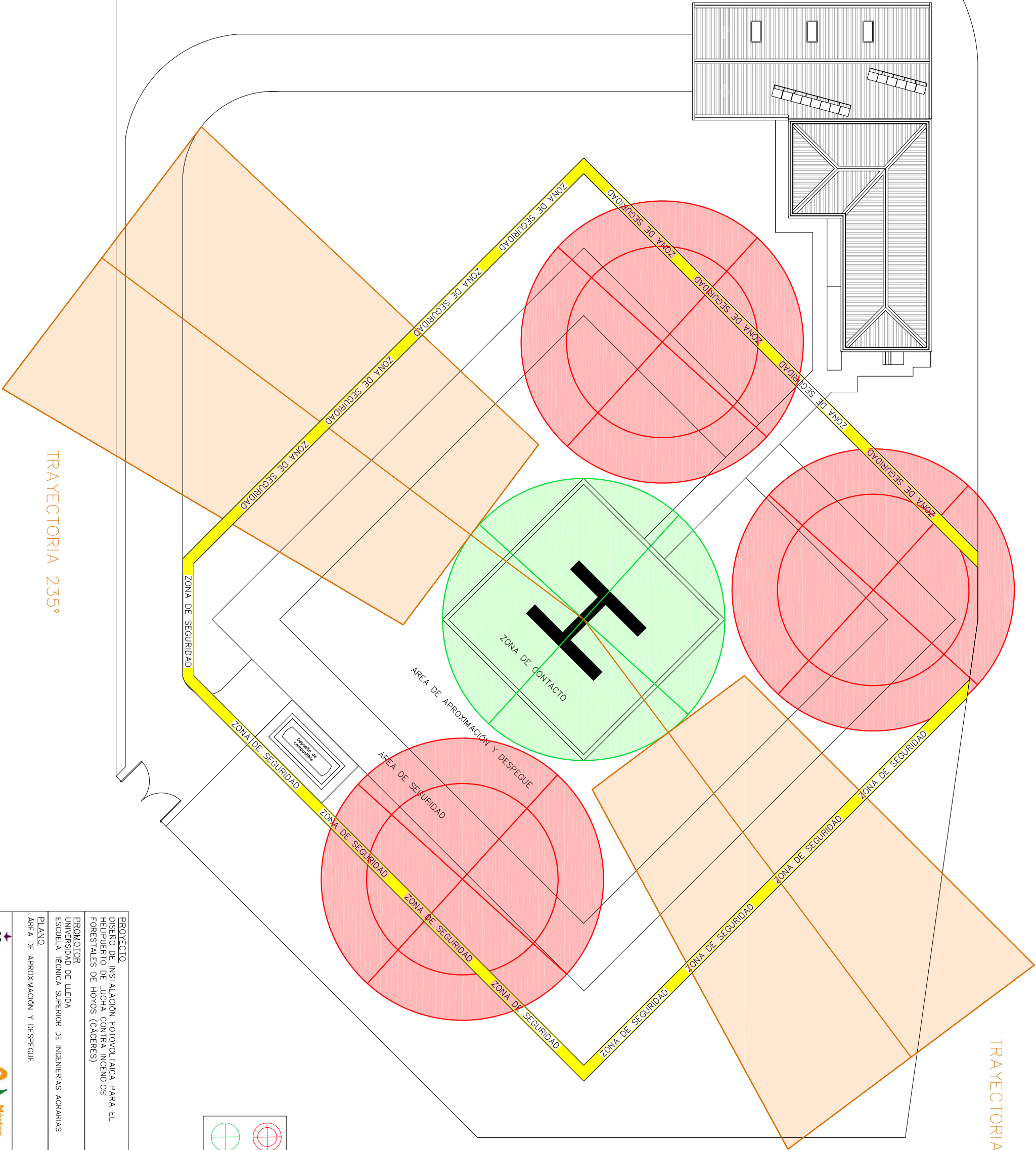
25.03



PROYECTO		EMPLAZAMIENTO
DISEÑO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL HELIPUERTO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS FORESTALES DE HOYOS (CÁCERES)		POLIGONO INDUSTRIAL CAÑADA PALETA POLIGONO 2, PARCELA 249 HOYOS (CÁCERES)
PROMOTOR		AUTOR
UNIVERSIDAD DE LEIDA		ANGEL RAMAÑO PARRA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS		MASTER INGENIERIA DE MONTES
PLANO	ESCALA	PLANO N.º:
PLANTA CUBIERTA Y SITUACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS	1:100	
FECHA		2/6
28-10-2019		



LÍMITE DE PARCELA



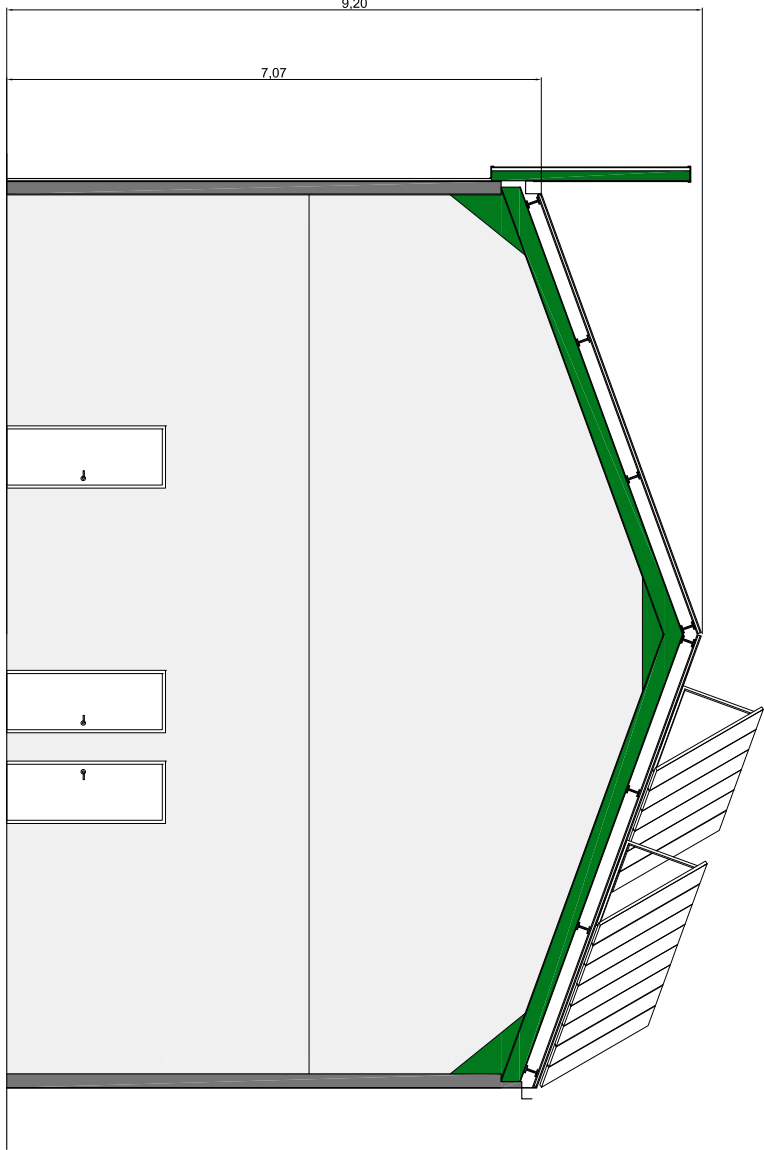


PUNTO DE ESPERA

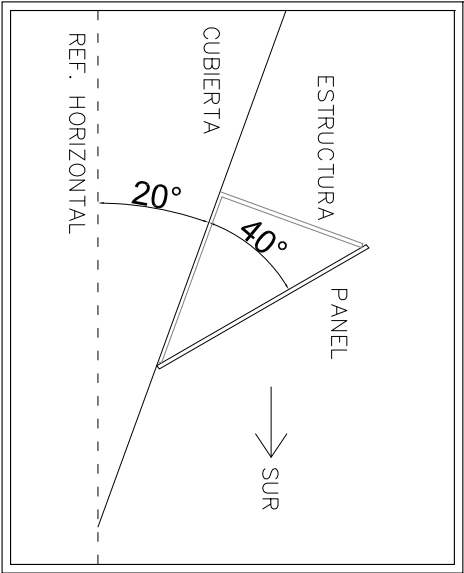


FATO

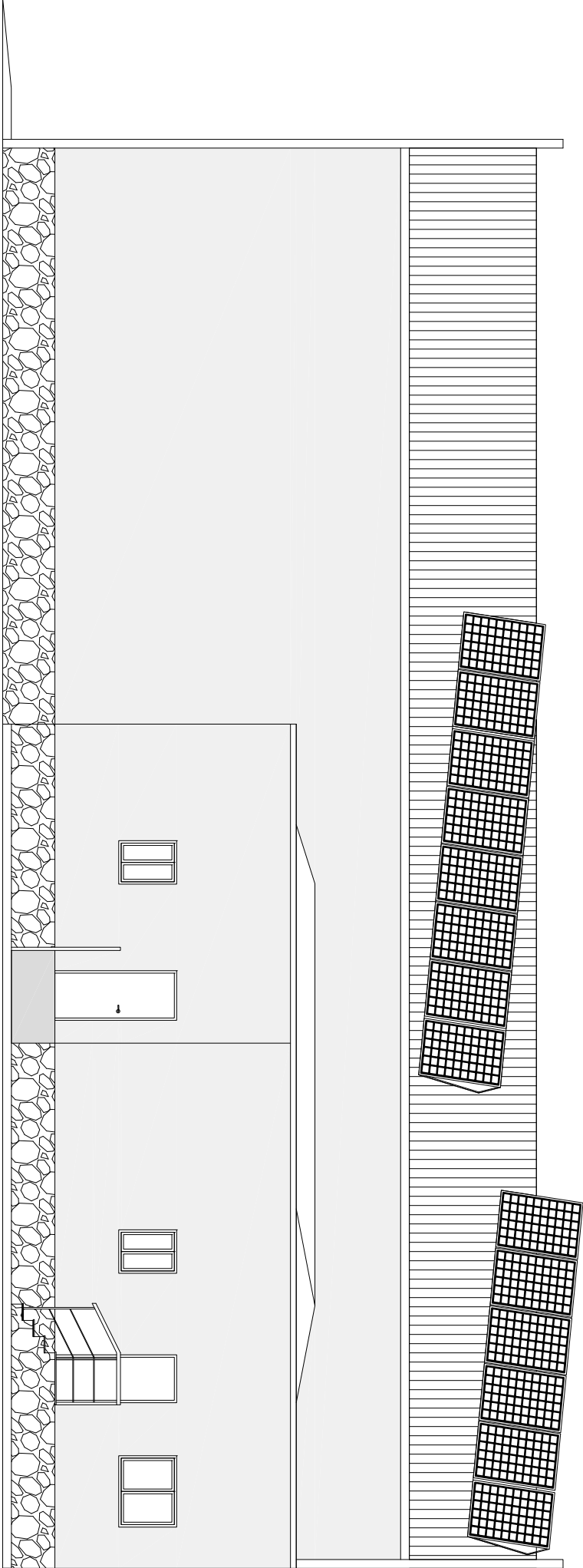
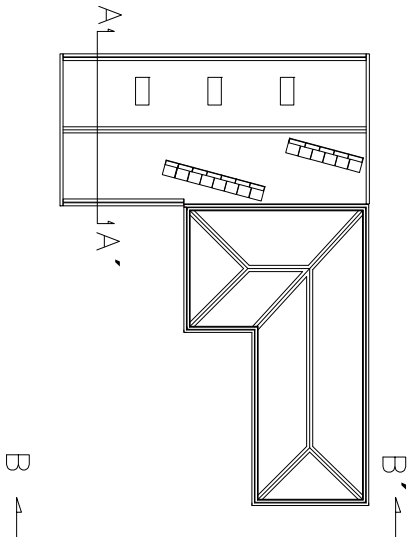
PROYECTO		EMPLAZAMIENTO
DISEÑO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL HELIPUERTO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS FORESTALES DE HOYOS (CÁCERES)		POLÍGONO INDUSTRIAL CAÑADA PALETA POLÍGONO 2, PARCELA 249 HOYOS (CÁCERES)
PROMOTOR		AUTOR: ANGEL RAMAÑO PARRA
UNIVERSIDAD DE LEIDA		MASTER INGENIERIA DE MONTES
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS		
PLANO	ESCALA	PLANO N.º:
ÁREA DE APROXIMACIÓN Y DESPEGUE	1:100	
	FECHA	
	28-10-2019	



SECCIÓN A/A´ E 1:100

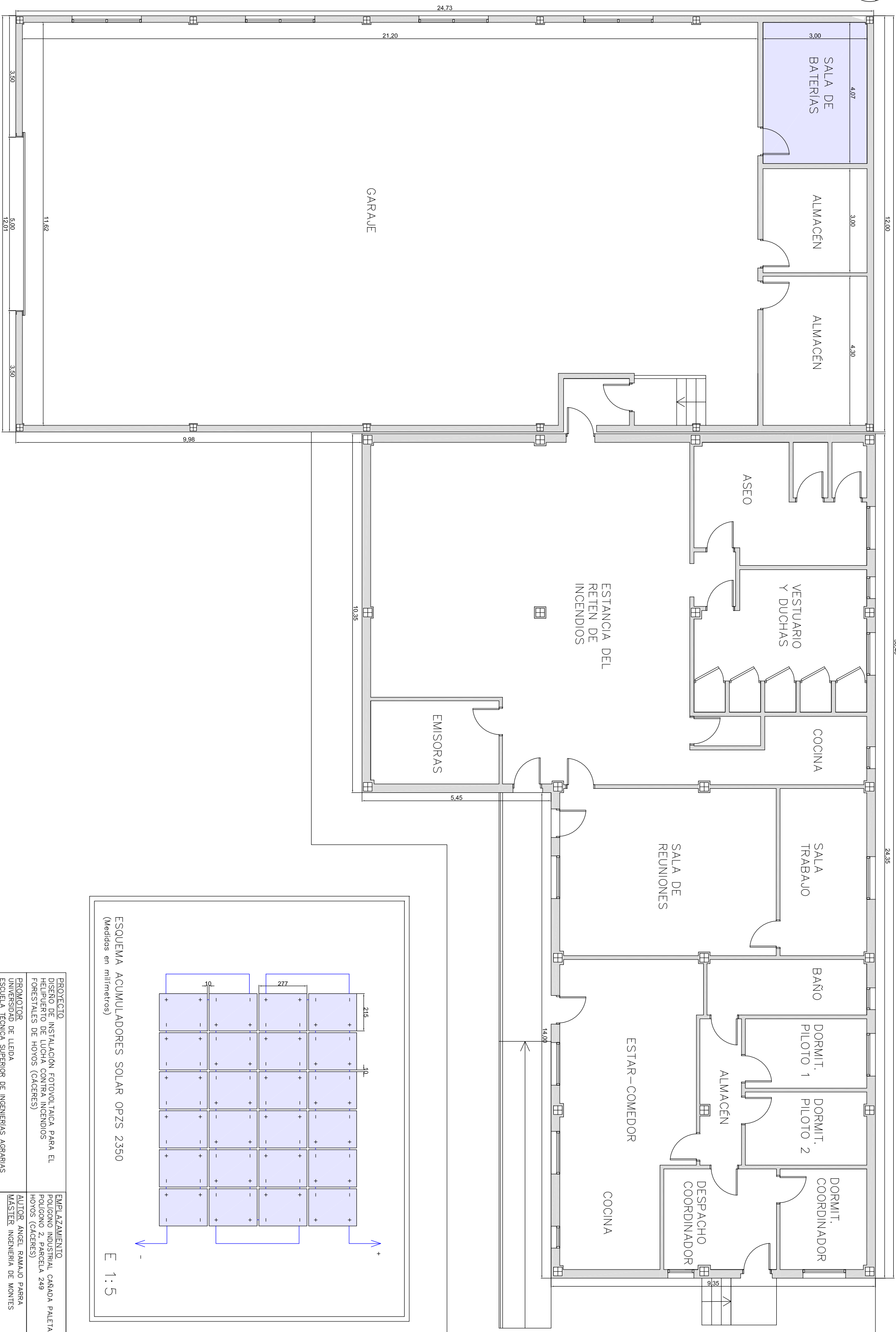


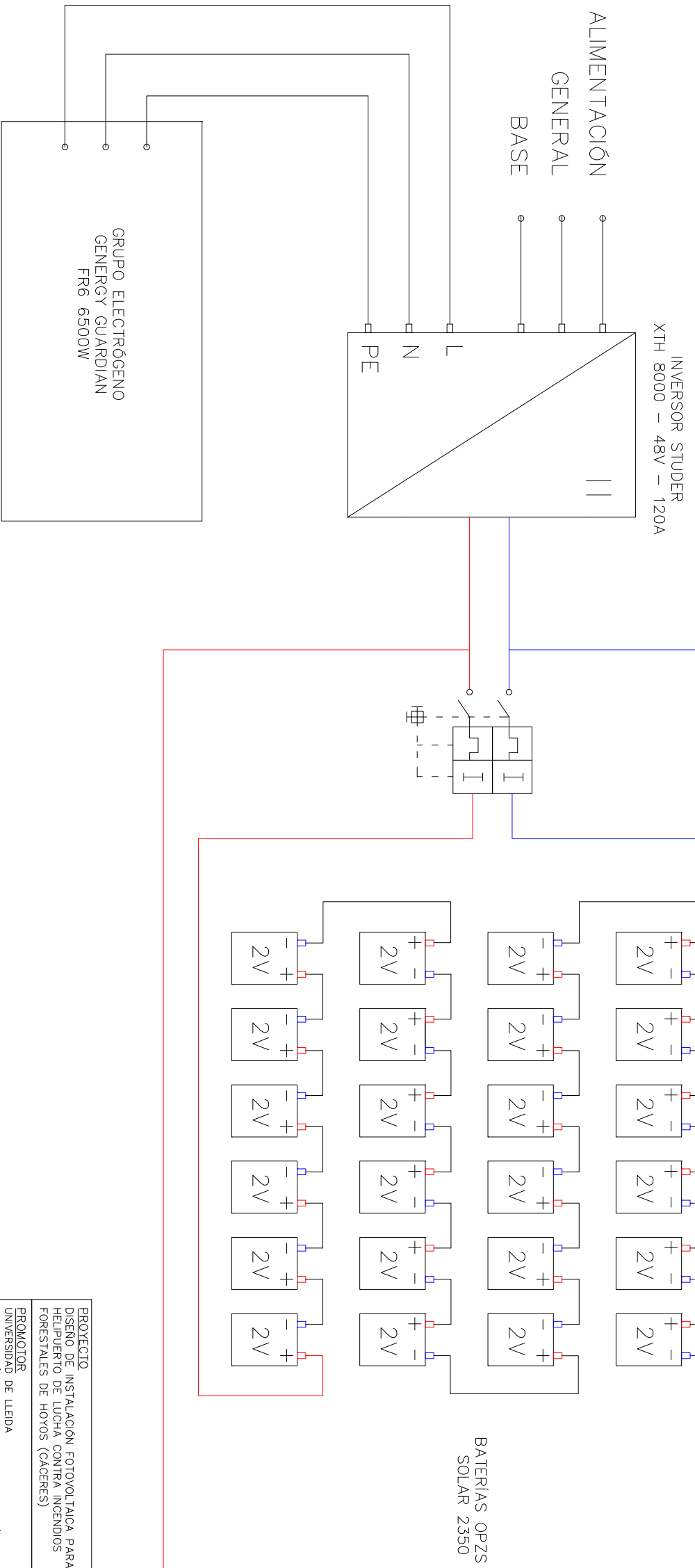
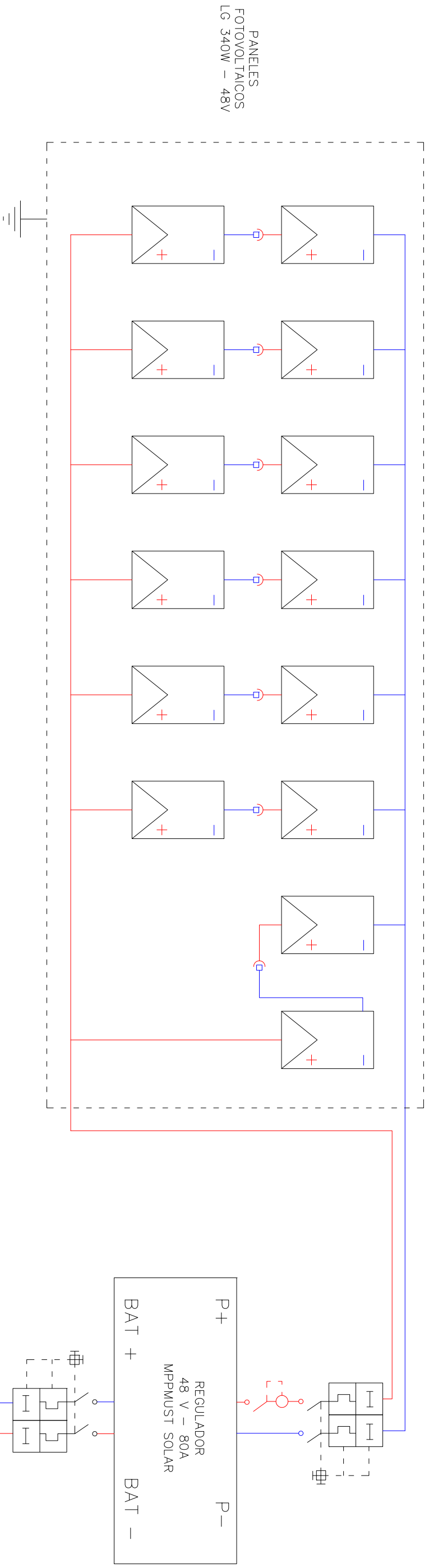
ESQUEMA INCLINACIÓN PANELES



ALZADO B/B´ E 1:100

PROYECTO		EMPLAZAMIENTO
DISEÑO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL HELIPUERTO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS FORESTALES DE HOYOS (CÁCERES)		POLIGONO INDUSTRIAL CAÑADA PALETA POLIGONO 2, PARCELA 249 HOYOS (CÁCERES)
PROMOTOR		AUTOR
UNIVERSIDAD DE LLEIDA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS		ANGEL RAMAJO PARRA MÁSTER INGENIERÍA DE MONTES
PLANO	ESCALA	PLANO N.º:
ALZADOS Y SECCIONES	1:100	
FECHA		4/6
28-10-2019		





PROYECTO		EMPLAZAMIENTO
DISEÑO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL HELIPUERTO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS FORESTALES DE HOYOS (CÁCERES)		POLIGONO INDUSTRIAL CAÑADA PALETA POLIGONO 2, PARCELA 249 HOYOS (CÁCERES)
PROMOTOR		AUTOR ANGEL RAMAJO PARRA
UNIVERSIDAD DE LLEIDA		MASTER INGENIERIA DE MONTES
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIAS AGRARIAS		
PLANO	ESCALA	PLANO N.º:
ESQUEMA UNIFILAR	SIN ESCALA	
FECHA		
28-10-2019		

DOCUMENTO N°3 : PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Índice pliego de condiciones técnicas

Índice pliego de condiciones técnicas.....	112
3 Documento nº3: Pliego de Condiciones Técnicas.....	113
3.1 Objeto.....	113
3.1.1 Alcance	113
3.2 Generalidades.....	113
3.2.1 Dirección e inspección de la instalación	113
3.2.2 Documentos que definen las obras.....	113
3.2.3 Trabajos previos al inicio de la instalación.....	114
3.2.4 Desarrollo y control de la instalación	114
3.2.5 Responsabilidades.....	115
3.2.6 Medición y abono.....	116
3.2.7 Disposiciones varias	116
3.3 Normativa.....	116
3.4 Definiciones	117
3.5 Componentes y Materiales	119
3.5.1 Generalidades.....	119
3.5.2 Materiales.....	119
3.5.3 Ejecución.....	123
3.5.4 Medición y abono.....	124
3.6 Recepción y pruebas	124
3.7 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.....	125
3.7.1 Generalidades.....	125
3.7.2 Programa de mantenimiento	125
3.7.3 Garantías.....	126

3 Documento nº3: Pliego de Condiciones Técnicas

3.1 Objeto

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir la instalación fotovoltaica aislada, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir el diseño de la instalación para asegurar su calidad, correcto montaje y adecuado funcionamiento para el uso de energía mediante la tecnología fotovoltaica.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas se aplicara a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que conforman la instalación.

3.1.1 Alcance

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas constituye un conjunto de instrucciones, normas y recomendaciones para el desarrollo de la instalación que constituyen el proyecto **“Diseño de una instalación fotovoltaica para el helipuerto de lucha contra incendios forestales”** en el término municipal de Hoyos en la provincia de Cáceres, y contiene, como mínimo, las condiciones técnicas referentes a los materiales, las instrucciones y detalles de ejecución y por si procede, el sistema de pruebas a que han de someterse tanto los trabajos ejecutados como los materiales empleados.

En el Pliego de Prescripciones Técnicas se establecen también las consideraciones sobre la forma de medir, valorar y certificar las distintas unidades de obra, así como las condiciones generales que, además de cumplir con la legislación vigente, regirán la instalación.

3.2 Generalidades.

3.2.1 Dirección e inspección de la instalación

La dirección, control, vigilancia e inspección de los trabajos estarán encomendados al Técnico competente que se designe como Director de Obra, adscrito a la Conserjería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Siendo este el representante de la administración ante el contratista del proyecto.

Una vez adjudicados definitivamente el proyecto, El contratista, designara a un responsable que asuma la dirección y ejecución del proyecto y que actúe como representante suyo ante la administración a todos los efectos.

Las ordenes al contratista se darán, cuando proceda, por escrito y numeradas correlativamente, quedando obligado a firmar el recibí en el duplicado de la orden.

3.2.2 Documentos que definen las obras

La descripción de los trabajos está contenida en el Pliego, la memoria, Presupuesto, cronograma del proyecto así como en los planos.

Dichos documentos contienen la descripción general, la localización de la instalación así como las condiciones que han de cumplir referente a los materiales y su ejecución y las instrucciones para la medición y abono de las unidades de trabajo constituyendo la norma y guía que ha de seguir el contratista.

3.2.2.1 Contradicciones, omisiones o errores

Las omisiones en los planos y pliegos de prescripciones o descripciones erróneas de los detalles de la instalaciones que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu e intención expuestos en las mismas y que por uso y costumbre deben ser realizados , no solo no eximen a

la empresa de la obligación de ejecutar estos detalles omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos o Pliego de prescripciones.

Lo mencionado en los Pliegos de Prescripciones técnicas y omitido en los Planos o viceversa habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesta en ambos documentos, siempre que, a juicio del director de obra, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y esta tenga precio en el contrato.

Todas las cuestiones técnicas que surjan entre el contratista y el promotor cuya relación no esté prevista en las prescripciones de este pliego se resolverán de acuerdo con la legislación vigente en la materia.

Las omisiones en la Memoria o Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de obra que sean indispensables para llevar a cabo las mismas, serán ejecutadas por el Contratista previa consulta al Director de obra.

3.2.2.2 Documentos de obligado cumplimiento

Los documentos que quedan incorporados al proyecto como documentos de obligado cumplimiento, salvo en el caso que queden expresamente excluidos en el mismo son los siguientes:

1. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
2. Cuadro de precios unitarios.
3. Presupuesto total.
4. Planos.

3.2.3 Trabajos previos al inicio de la instalación

Previo a la iniciación de los trabajos se efectuara una comprobación de los mismos conjuntamente por el contratista y el técnico responsable por parte de la administración, con objeto de comprobar la realidad geométrica de la zona donde se proyectan los trabajos y la disponibilidad para la correcta ejecución.

3.2.4 Desarrollo y control de la instalación

El director de obra aprobará las comprobaciones de detalle necesarias para la ejecución de los trabajos y suministrará al contratista toda la información que precise para que aquellas puedan ser realizadas.

El contratista deberá proveerse, a su costa de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para efectuar los citados trabajos.

3.2.4.1 Equipos, herramientas y maquinas.

El contratista queda obligado como mínimo a situar en la parcela, los equipos, las herramientas y maquinas necesarios para la correcta ejecución de los mismos, según se especifica en el proyecto.

El director de obra deberá comprobar los equipos que deban utilizarse durante la ejecución cumplen la legislación vigente.

Las herramientas, maquinas y demás elementos necesarios para el desarrollo de la instalación deberán estar en perfectas condiciones de funcionamiento y quedaran adscritos a los mismos durante el curso de ejecución de las unidades en que deban utilizarse. No podrán retirarse sin consentimiento del Director de obra.

El personal encargado de la ejecución de este proyecto será dotado de los Equipos de Protección Individual (EPI) que se consideren necesarios según normativa vigente, para ello el adjudicatario realizara, a su consta la evaluación de riesgos de todos los trabajos a realizar, dando copia a todos los operarios que intervengan en cada operación. Esta evaluación de riesgos será entregada al Director de Obra.

3.2.4.2 Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos

Los trabajos ejecutados por el contratista, modificando lo prescrito en los documentos de obligado cumplimiento del proyecto sin la debida autorización, no serán abonables, quedando obligado a restablecer a sus costas a las condiciones primitivas y a compensar adecuadamente los daños y perjuicios ocasionados en la edificación. Igual responsabilidad acarreará al contratista la ejecución de los trabajos que el Director de obra considere defectuosos, en la medida que le sean imputables.

3.2.5 Responsabilidades

3.2.5.1 Daños y perjuicios

El contratista será el responsable durante la ejecución de los trabajos de los daños y perjuicios directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio público, o privado como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo, o de la deficiente organización de los trabajos.

Los servicios y propiedades, públicas o privadas, y las personas físicas o jurídicas que resulten dañados deberán ser reparados o compensados debidamente a costa del contratista.

Cuando el contratista durante la ejecución de la obra ocupe edificios pertenecientes a la entidad propietaria o lo utilice para el almacenamiento de materiales, herramientas o equipos, tendrá la obligación de su conservación y de hacer entrega de ellos a la terminación de los trabajos, en el mismo estado que al inicio de las obras, cargando a su costa cualquier desperfecto ocasionado y no previsto en la obra.

3.2.5.2 Eliminación de residuos

El contratista adoptara las medidas necesarias para la correcta eliminación de los residuos que como consecuencia de las obras sean generados o cualquier otro material que utilice y pueda ser perjudicial o deteriorar el entorno.

Se tendrá especial cuidado en la recogida de basuras, restos de cables, restos de comidas y otros que deberán ser retirados para su posterior transformación o reciclaje en lugares habilitados según la normativa vigente.

3.2.5.3 Permisos y licencias

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la correcta ejecución de la obra, salvo aquellos que deban ser obtenidos por el titular de las instalaciones.

3.2.5.4 Personal a cargo del contratista.

El contratista estará obligado a dedicar a las obras el personal técnico al que se comprometió en el encargo.

El director de obra podrá prohibir la permanencia en los trabajos de determinados empleados del contratista por motivos de falta de obediencia y respeto, o por causa de actos que comprometan o perturben la marcha de las obras. El contratista estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la normativa legal vigente en materia laboral

3.2.6 Medición y abono

Para la medición de las unidades de obra servirán de base las definiciones contenidas en los documentos contractuales del proyecto o sus modificaciones autorizadas por la Dirección de obra.

Al contratista se le abonará el trabajo que realmente ejecute con sujeción al proyecto o a sus modificaciones autorizadas.

Los trabajos serán abundos a la finalización de la obra completa.

3.2.6.1 Precio de valoración de los trabajos

A los trabajos ejecutados se les aplicará los precios unitarios de ejecución material que figuran en el presupuesto (cuadro de precios unitarios). Al resultado se le añadirá el 13% de gastos generales y el 6% del beneficio industrial. A esa suma se le aplicará la baja del contrato. Sobre el resultado se aplicará el 21% del IVA, ajustándose a lo dispuesto en la correspondiente normativa.

3.2.6.2 Recepción de los trabajos

Se realizará la recepción cuando los trabajos se encuentren en buen estado y hayan sido ejecutados de acuerdo con el proyecto aprobado, quedando reflejado por escrito y de acuerdo entre la administración y el contratista y por triplicado ejemplar.

3.2.7 Disposiciones varias

El contratista quedará comprometido a conservar a su costa y hasta que sean recibidos definitivamente, todos los trabajos que integran en proyecto.

Todas las cuestiones técnicas que surjan entre el contratista y la administración, cuya relación no esté prevista en las prescripciones de este pliego se resolverán de acuerdo con la legislación vigente en la materia.

3.3 Normativa

- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.
- Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Instrucciones Técnicas Complementarias. ITC- BT01 a BT 51.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales; modificaciones por ley 54/2003, de 12 de diciembre, en reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma UNE 12464.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Normas UNE y IEC:

- UNE-EN 61215:2006. Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646:2009. Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 62108:2011. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61730:2007. Parte-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.
- UNE-EN 62093: 2006. Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: 2001. Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116: 2014: Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.
- IEC 61427-1:2013 Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 1: Photovoltaic off-grid application.
- IEC 60896-11:2002 Stationary lead-acid batteries - Part 11: Vented types - General requirements and methods of tests.

3.4 Definiciones

- **Radiación solar:** Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

- **Irradiancia:** Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m^2 .
- **Irradiación:** Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en MJ/m^2 o kWh/m^2 .
- **Módulo fotovoltaico:** Conjunto de células solares interconectadas entre sí y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- **Potencia máxima del generador (potencia pico):** Potencia máxima que puede entregar el módulo en las Condiciones Estándar de Medida.
- **Acumulador:** Asociación eléctrica de baterías.
- **Batería:** Fuente de tensión continua formada por un conjunto de vasos electroquímicos interconectados. Autodescarga Pérdida de carga de la batería cuando ésta permanece en circuito abierto. Habitualmente se expresa como porcentaje de la capacidad nominal, medida durante un mes, y a una temperatura de 20°C .
- **Capacidad nominal: $C(\text{Ah})_{20}$:** Cantidad de carga que es posible extraer de una batería en 20 horas, medida a una temperatura de 20°C , hasta que la tensión entre sus terminales llegue a 1,8 V/vaso.
- **Capacidad útil:** Capacidad disponible o utilizable de la batería. Se define como el producto de la capacidad nominal y la profundidad máxima de descarga permitida, PD_{max} .
- **Estado de carga:** Cociente entre la capacidad residual de una batería, en general parcialmente descargada, y su capacidad nominal.
- **Profundidad de descarga (PD):** Cociente entre la carga extraída de una batería y su capacidad nominal. Se expresa habitualmente en %.
- **Régimen de carga (o descarga):** Parámetro que relaciona la capacidad nominal de la batería y el valor de la corriente a la cual se realiza la carga (o la descarga). Se expresa normalmente en horas, y se representa como un subíndice en el símbolo de la capacidad y de la corriente a la cuál se realiza la carga (o la descarga). Por ejemplo, si una batería de 100 Ah se descarga en 20 horas a una corriente de 5 A, se dice que el régimen de descarga es 20 horas ($C20 = 100 \text{ Ah}$) y la corriente se expresa como $I20 = 5 \text{ A}$.
- **Vaso:** Elemento o celda electroquímica básica que forma parte de la batería, y cuya tensión nominal es aproximadamente 2 V.
- **Regulador de carga:** Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizarlas.
- **Voltaje de desconexión de las cargas de consumo:** Voltaje de la batería por debajo del cual se interrumpe el suministro de electricidad a las cargas de consumo.
- **Voltaje final de carga:** Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.
- **Inversor:** Convertidor de corriente continua en corriente alterna.
- **Potencia nominal (VA):** Potencia especificada por el fabricante, y que el inversor es capaz de entregar de forma continua.
- **Capacidad de sobrecarga:** Capacidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.
- **Rendimiento del inversor:** Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.

- **Condiciones Estándar de Medida (CEM):** Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas como referencia para caracterizar células, módulos y generadores fotovoltaicos y definidas del modo siguiente:
 - ✓ Irradiancia (G_{STC}): 1000 W/m²
 - ✓ Distribución espectral: AM 1,5 G
 - ✓ Incidencia normal
 - ✓ Temperatura de célula: 25 °C

3.5 Componentes y Materiales

3.5.1 Generalidades

La instalación deberá cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.

Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

3.5.2 Materiales.

3.5.2.1 Módulos Fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos deberán llevar el marcado “CE” según establece Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del consejo de 26 de febrero de 2014 sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Además de satisfacer lo especificado en las siguientes normas UNE:

- UNE-EN 61215:2006. Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646:2009. Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 62108:2011. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61730:2007. Parte-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

El módulo llevará de forma clara, visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos deberán ajustarse a las características técnicas descritas a continuación:

- El panel fotovoltaico será de silicio monocristalino y tendrá una potencia máxima de 340 Wp o equivalente.
- La corriente de cortocircuito será de 10,53 A o equivalente.
- Su eficiencia será de 19,8 o equivalente.
- La cubierta frontal será de Vidrio templado de alta transparencia o de un material con prestaciones equivalentes.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP68.

En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.

3.5.2.2 Estructura de soporte

Las estructuras soporte serán en aluminio anodizado, cuya ventaja sobre las estructuras de aluminio crudo son la mayor resistencia a la corrosión y su acabado más estético, permitiendo la inclinación del módulo fotovoltaico en 10° - 15° - 20° - 25° - 30° - 35°.

La estructura deberá ser capaz de albergar en una misma fila vertical 8 módulos fotovoltaicos o superior.

El sistema de fijación de los paneles fotovoltaicos será mediante grapas intermedias y finales, de manera que cada pieza omega sujetará como máximo a dos paneles. La tornillería es desmontable, con sistema autoblocante mecánico y con arandela de presión.

3.5.2.3 Inversor

Serán del tipo adecuado para su conexión, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: 2006. Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: 2001. Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116: 2014: Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters

Los inversores serán de onda senoidal pura.

El inversor seleccionado deberá ajustarse a las características técnicas descritas a continuación:

- Tensión de salida a baterías: 48V
- Rango de tensión de entrada: 38 - 68 Vdc
- Potencia continua de 7kVA
- Potencia durante 30 min: 8kVA
- Rendimiento máximo del 96% o superior
- Corriente de carga máxima: 120 A o equivalente

- Frecuencia de entrada: 45- 65 Hz
- Cumplirá con la Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión y la Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014 , sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:
 - ✓ Cortocircuitos en alterna.
 - ✓ Tensión de red fuera de rango.
 - ✓ Frecuencia de red fuera de rango.
 - ✓ Sobretensiones, mediante varistores o similares.
 - ✓ Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

3.5.2.4 Regulador

El regulador es el dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas.

El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:

- Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.
- Corriente en la línea de consumo: un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales.

Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de generador y corriente en la línea acumulador-consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.

Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.

Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

El regulador de carga deberá cumplir con las siguientes características técnicas y además estar etiquetado con dicha información:

- Tensión nominal: 48 V
- Corriente máxima: 80 A
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad de terminales y conexiones

3.5.2.5 Baterías

Los acumuladores serán de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.

Cada batería, o vaso, cumplirá con las siguientes características técnicas, además de contener dicha información en su etiquetado:

- Tensión nominal: 2 V
- Polaridad de los terminales: 2
- Capacidad nominal (Ah): 2350 Ah o superior
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Corriente cortocircuito: 8500 A

Además los receptáculos serán de alta calidad transparentes o translúcidos para un fácil mantenimiento.

Deberán estar diseñadas de conformidad con la normativa:

- IEC 61427-1:2013 Secondary cells and batteries for renewable energy storage - General requirements and methods of test - Part 1: Photovoltaic off-grid application.
- IEC 60896-11:2002 Stationary lead-acid batteries - Part 11: Vented types - General requirements and methods of tests.

La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1500 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 60 % a 20 °C.

Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en Condiciones estándar de medida del generador fotovoltaico.

La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes.

Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.

La autodescarga del acumulador a 20°C no excederá el 6% de su capacidad nominal por mes.

El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:

- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.

- Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.

3.5.2.6 Cableado

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria parte continua y/o alterna para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados mediante códigos de colores, etiquetas, etc. de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

3.5.2.7 Protecciones y puesta a tierra

El Reglamento Eléctrico de Baja Tensión establece, en su ITC-BT-40, que las instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra, asegurando en todo momento, que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos en la MIE RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas Subestaciones y Centros de Transformación.

Además, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la energía (IDAE) establece en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red (IDAE 2009) que todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

3.5.3 Ejecución.

Las obras se ejecutarán conforme a lo dispuesto en el proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de obra, no podrá realizar ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de obra.

El Contratista no podrá utilizar personal en los trabajos que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

3.5.4 Medición y abono

La medición del conjunto de unidades de obra que constituyen la obra a realizar se verificará aplicando a cada unidad de obra la unidad de medida que le sea más apropiada y siempre con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto.

Para la medición de las unidades de obra servirán de base las definiciones contenidas en los documentos contractuales del Proyecto o sus modificaciones autorizadas por la Dirección de obra.

Al contratista se le abonará la obra realmente ejecutada y realizada con sujeción estricta a lo especificado en el proyecto o en las modificaciones autorizadas. Por consiguiente, el número de unidades indicado en el presupuesto no podrá servir como base para ningún tipo de reclamación.

A las distintas obras realmente ejecutadas se aplicarán los precios unitarios de ejecución material que figuren en el presupuesto, aumentados en 13% de gastos generales y un 6% de beneficio industrial. A esta suma se le aplicará la baja del contrato adjudicado. Sobre el resultado se incrementará posteriormente en un 21% de IVA, formándose así el precio de ejecución por contrata.

Si alguna obra no se hallara ejecutada con arreglo a las condiciones del proyecto y si fuera sin embargo admisible a juicio del Director de obra, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente en su caso, pero el Contratista quedará obligado a conformarse con la rebaja que la Administración apruebe salvo el caso en que el Contratista prefiera eliminarla a su costa y rehacerla con arreglo a las condiciones descritas.

3.6 Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario de la instalación un documento en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación así como las especificaciones de la misma.

Antes de la puesta en marcha de la instalación deberán comprobarse que todos los equipos han pasado las pruebas pertinentes de funcionamiento en fábrica y se comprobarán los certificados de calidad. Una vez comprobadas las pruebas se realizarán pruebas de arranque y parada en diferentes instantes de funcionamiento.

También deberán realizarse las pruebas pertinentes para comprobar que todos los elementos de protección como son fusibles, magnetotérmicos y descargadores de la instalación funcionan correctamente.

El instalador estará obligado a la retirada de todo el material sobrante de la obra, así como a la limpieza de las zonas ocupadas, con el transporte de todos los desechos a vertedero. Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional.

No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

3.7 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

3.7.1 Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo, al menos, de tres años. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

3.7.2 Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

3.7.3 Garantías

Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del promotor de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

El contratista garantizará la instalación durante un período mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de ocho años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el contratista, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra. Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si, en un plazo razonable, el contratista incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el promotor de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho contratista cumpla con sus obligaciones. Si el contratista no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el promotor de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del contratista, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el contratista.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al contratista o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el contratista, excepto si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, como se indica en el párrafo anterior.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al contratista. Cuando el contratista considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El contratista atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el contratista. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del contratista.

El contratista realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

DOCUMENTO N°4 : PRESUPUESTO

Índice presupuestos

Índice presupuestos	128
4 Presupuesto.	129
4.1 Mediciones.....	129
4.2 Cuadro de Precios nº1.....	130
4.3 Cuadro de Precios nº2.....	131
4.4 Presupuesto de Ejecución Material.....	133
4.5 Presupuesto Base de Licitación	133
4.6 Presupuesto para conocimiento de la Administración	134

4 Presupuesto.

4.1 Mediciones

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS				
E01	u MÓDULO FOTOVOLTAICO	14,00	206,45	2.890,30
E02	u REGULADOR 48V 80A MPPT MUST SOLAR	1,00	234,22	234,22
E03	u BATERIA OPzS SOLAR 2350	24,00	645,19	15.484,56
E04	u INVERSOR STUDER XTENDER XTH 8000- 48V 5000W 120A	1,00	4.479,92	4.479,92
E05	u GENERADOR ELECTRICO GENERY FR6- 6500W	1,00	937,79	937,79
TOTAL CAPÍTULO 01 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS.....				24.026,79
CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA - SOPORTE				
E07	u BANCADA GALVANIZADA PARA BATERIAS 1.340 mm x 1.138	4,00	105,00	420,00
E06	u ESTRUCTURA SUNFER CVE915XL, GRAPAS Y TORNILLERIA. 1x6 módulos	1,00	264,46	264,46
E26	u ESTRUCTURA SUNFER CVE915XL, GRAPAS Y TORNILLERIA. 1x8 módulos	1,00	335,56	335,56
E27	u TACO QUIMICO 400 ml	3,00	4,71	14,13
E28	u SILICONA SIKAFLEX	5,00	4,59	22,95
TOTAL CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA - SOPORTE				1.057,10
CAPÍTULO 03 CABLEADO				
E10	m CABLE AFUMEX RZ1-K (AS) 0,6/1kV 1x150mm ²	25,00	15,43	385,75
E09	m CABLE AFUMEX RZ1-K (AS) 0,6/1kV 1x185mm ²	9,00	19,04	171,36
E08	m CABLE P-SUN 2.0 de 25 mm ²	16,00	7,48	119,68
E14	h OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	1,00	25,00	25,00
E15	h AYUDANTE ELECTRICISTA	1,00	18,00	18,00
E25	u MAGNETOTERMICO 20A	14,00	11,09	155,26
E29	u CAJA ESTANCA 310*240*125 12 ELEMENTOS	1,00	32,27	32,27
E30	u CAJA ESTANCA 220 x 170 CONOS	1,00	11,81	11,81
E31	u CONECTORES MACHO-HEMBRA PAREJA MC4	10,00	1,49	14,90
E32	u MAGNETOTÉRMICO 125 A	1,00	26,00	26,00
E33	u MAGNETOTERMICO 160 A	1,00	56,00	56,00
E34	u PORTAFUSIBLES 20A	2,00	10,00	20,00
E35	u FUSIBLE CILINDRICO 20 A 22*58 gG	2,00	9,00	18,00
E36	u DESCONECTADOR DE BATERIAS	1,00	70,00	70,00
E37	u DIFERENCIAL 25 A	1,00	150,00	150,00
TOTAL CAPÍTULO 03 CABLEADO				1.274,03
CAPÍTULO 04 PROTECCIONES				
E16	u TUBO RIGIDO PVC 32mm 3mtrs	6,00	5,70	34,20

E17	u	CANAleta PVC 60mm x160 mm 2 mtrs	17,00	25,54	434,18
E18	u	TAPA CANAleta PVC 60mm x160 mm 2 mtrs	1,00	2,48	2,48
E19	h	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	1,00	25,00	25,00
E20	h	AYUDANTE ELECTRICISTA	1,00	18,00	18,00
E21	u	CURVA ENCHUFABLE LH Ø32mm	3,00	2,64	7,92
E22	u	TORNILLO FIJACIÓN	50,00	0,83	41,50
E23	u	TACO FIJACIÓN	50,00	0,24	12,00
E24	u	BRIDA 4,8 x 200 mm	25,00	2,23	55,75
TOTAL CAPÍTULO 04 PROTECCIONES					631,03
CAPÍTULO 05 PUESTA A TIERRA					
E11	m	PUESTA A TIERRA, CABLE DE COBRE DESNUDO 50 mm2	137,00	5,80	794,60
E12	h	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	1,00	25,00	25,00
E13	h	AYUDANTE ELECTRICISTA	1,00	18,00	18,00
TOTAL CAPÍTULO 05 PUESTA A TIERRA					837,60
TOTAL					27.826,55

4.2 Cuadro de Precios nº1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS			
E01	u	MÓDULO FOTOVOLTAICO	206,45
		DOSCIENTOS SEIS EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
E02	u	REGULADOR 48V 80A MPPT MUST SOLAR	234,22
		DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS	
E03	u	BATERIA OPzS SOLAR 2350	645,19
		SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	
E04	u	INVERSOR STUDER XTENDER XTH 8000- 48V 5000W 120A	4.479,92
		CUATRO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	
E05	u	GENERADOR ELECTRICO GENERY FR6- 6500W	937,79
		NOVECIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA - SOPORTE			
E07	u	BANCADA GALVANIZADA PARA BATERIAS 1.340 mm x 1.138	105,00
		CIENTO CINCO EUROS	
E06	u	ESTRUCTURA SUNFER CVE915XL, GRAPAS Y TORNILLERIA. 1x6 módulos	264,46
		DOSCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
E26	u	ESTRUCTURA SUNFER CVE915XL, GRAPAS Y TORNILLERIA. 1x8 módulos	335,56
		TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
E27	u	TACO QUIMICO 400 ml	4,71
		CUATRO EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
E28	u	SILICONA SIKAFLEX	4,59
		CUATRO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	

CAPÍTULO 03 CABLEADO

E10	m	CABLE AFUMEX RZ1-K (AS) 0,6/1kV 1x150mm ²	QUINCE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	15,43
E09	m	CABLE AFUMEX RZ1-K (AS) 0,6/1kV 1x185mm ²	DIECINUEVE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	19,04
E08	m	CABLE P-SUN 2.0 de 25 mm ²	SIETE EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS	7,48
E14	h	OFICIAL DE 1º ELECTRICISTA	VEINTICINCO EUROS	25,00
E15	h	AYUDANTE ELECTRICISTA	DIECIOCHO EUROS	18,00
E25	u	MAGNETOTERMICO 20A	ONCE EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	11,09
E29	u	CAJA ESTANCA 310*240*125 12 ELEMENTOS	TREINTA Y DOS EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	32,27
E30	u	CAJA ESTANCA 220 x 170 CONOS	ONCE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMO	11,81
E31	u	CONECTORES MACHO-HEMERA PAREJA MC4	UN EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	1,49
E32	u	MAGNETOTÉRMICO 125 A	VEINTISEIS EUROS	26,00
E33	u	MAGNETOTERMICO 160 A	CINCUENTA Y SEIS EUROS	56,00
E34	u	PORTAFUSIBLES 20A	DIEZ EUROS	10,00
E35	u	FUSIBLE CILINDRICO 20 A 22*58 gG	NUEVE EUROS	9,00
E36	u	DESCONECTADOR DE BATERIAS	SETENTA EUROS	70,00
E37	u	DIFERENCIAL 25 A	CIENTO CINCUENTA EUROS	150,00

CAPÍTULO 04 PROTECCIONES

E16	u	TUBO RIGIDO PVC 32mm 3mtrs	CINCO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	5,70
E17	u	CANAleta PVC 60mm x160 mm 2 mtrs	VEINTICINCO EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	25,54
E18	u	TAPA CANAleta PVC 60mm x160 mm 2 mtrs	DOS EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS	2,48
E19	h	OFICIAL DE 1º ELECTRICISTA	VEINTICINCO EUROS	25,00
E20	h	AYUDANTE ELECTRICISTA	DIECIOCHO EUROS	18,00
E21	u	CURVA ENCHUFABLE LH Ø32mm	DOS EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	2,64
E22	u	TORNILLO FIJACIÓN	CERO EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS	0,83
E23	u	TACO FIJACIÓN	CERO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	0,24
E24	u	BRIDA 4,8 x 200 mm	DOS EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	2,23

CAPÍTULO 05 PUESTA A TIERRA

E11	m	PUESTA A TIERRA, CABLE DE COBRE DESNUDO 50 mm ²	CINCO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	5,80
E12	h	OFICIAL DE 1º ELECTRICISTA	VEINTICINCO EUROS	25,00
E13	h	AYUDANTE ELECTRICISTA	DIECIOCHO EUROS	18,00

4.3 Cuadro de Precios nº2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
--------	----	---------	--------

CAPÍTULO 01 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS

E01	u	MÓDULO FOTOVOLTAICO	Mano de obra 6,45 Resto de obra y materiales 200,00
-----	---	---------------------	--

E02	u	REGULADOR 48V 80A MPPT MUST SOLAR	TOTAL PARTIDA.....	206,45
			Mano de obra	21,50
			Resto de obra y materiales	212,72
E03	u	BATERIA OPzS SOLAR 2350	TOTAL PARTIDA.....	234,22
			Mano de obra	43,00
			Resto de obra y materiales	602,19
E04	u	INVERSOR STUDER XTENDER XTH 8000- 48V 5000W 120A	TOTAL PARTIDA.....	645,19
			Mano de obra	21,50
			Resto de obra y materiales	4.458,42
E05	u	GENERADOR ELECTRICO GENERY FR6- 6500W	TOTAL PARTIDA.....	4.479,92
			Mano de obra	21,50
			Resto de obra y materiales	916,29
			TOTAL PARTIDA.....	937,79

CAPÍTULO 02 ESTRUCTURA - SOPORTE

E07	u	BANCADA GALVANIZADA PARA BATERIAS 1.340 mm x 1.138	TOTAL PARTIDA.....	105,00
E06	u	ESTRUCTURA SUNFER CVE915XL, GRAPAS Y TORNILLERIA. 1x6 módulos	TOTAL PARTIDA.....	264,46
E26	u	ESTRUCTURA SUNFER CVE915XL, GRAPAS Y TORNILLERIA. 1x8 módulos	TOTAL PARTIDA.....	335,56
E27	u	TACO QUIMICO 400 ml	TOTAL PARTIDA.....	4,71
E28	u	SILICONA SIKAFLEX	TOTAL PARTIDA.....	4,59

CAPÍTULO 03 CABLEADO

E10	m	CABLE AFUMEX RZ1-K (AS) 0,6/1kV 1x150mm ²	TOTAL PARTIDA.....	15,43
E09	m	CABLE AFUMEX RZ1-K (AS) 0,6/1kV 1x185mm ²	TOTAL PARTIDA.....	19,04
E08	m	CABLE P-SUN 2.0 de 25 mm ²	TOTAL PARTIDA.....	7,48
E14	h	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	Mano de obra	25,00
			TOTAL PARTIDA.....	25,00
E15	h	AYUDANTE ELECTRICISTA	Mano de obra	18,00
			TOTAL PARTIDA.....	18,00
E25	u	MAGNETOTERMICO 20A	TOTAL PARTIDA.....	11,09
E29	u	CAJA ESTANCA 310*240*125 12 ELEMENTOS	TOTAL PARTIDA.....	32,27
E30	u	CAJA ESTANCA 220 x 170 CONOS	TOTAL PARTIDA.....	11,81
E31	u	CONECTORES MACHO-HEMBRA PAREJA MC4	TOTAL PARTIDA.....	1,49
E32	u	MAGNETOTÉRMICO 125 A	TOTAL PARTIDA.....	26,00
E33	u	MAGNETOTERMICO 160 A	TOTAL PARTIDA.....	56,00
E34	u	PORTAFUSIBLES 20A	TOTAL PARTIDA.....	10,00
E35	u	FUSIBLE CILINDRICO 20 A 22*58 gG	TOTAL PARTIDA.....	9,00
E36	u	DESCONECTADOR DE BATERIAS	TOTAL PARTIDA.....	70,00
E37	u	DIFERENCIAL 25 A	TOTAL PARTIDA.....	150,00

CAPÍTULO 04 PROTECCIONES

E16	u	TUBO RIGIDO PVC 32mm 3mtrs	TOTAL PARTIDA.....	5,70
E17	u	CANAleta PVC 60mm x160 mm 2 mtrs	TOTAL PARTIDA.....	25,54
E18	u	TAPA CANAleta PVC 60mm x160 mm 2 mtrs	TOTAL PARTIDA.....	2,48
E19	h	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	Mano de obra	25,00
			TOTAL PARTIDA.....	25,00
E20	h	AYUDANTE ELECTRICISTA	Mano de obra	18,00
			TOTAL PARTIDA.....	18,00
E21	u	CURVA ENCHUFABLE LH Ø32mm	TOTAL PARTIDA.....	2,64
E22	u	TORNILLO FIJACIÓN	TOTAL PARTIDA.....	0,83
E23	u	TACO FIJACIÓN	TOTAL PARTIDA.....	0,24
E24	u	BRIDA 4,8 x 200 mm	TOTAL PARTIDA.....	2,23

CAPÍTULO 05 PUESTA A TIERRA

E11	m	PUESTA A TIERRA, CABLE DE COBRE DESNUDO 50 mm2	TOTAL PARTIDA.....	5,80
E12	h	OFICIAL DE 1ª ELECTRICISTA	Mano de obra	25,00
			TOTAL PARTIDA.....	25,00
E13	h	AYUDANTE ELECTRICISTA	Mano de obra	18,00
			TOTAL PARTIDA.....	18,00

4.4 Presupuesto de Ejecución Material

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS	24.026,79	86,34
02	ESTRUCTURA - SOPORTE	1.057,10	3,80
03	CABLEADO	1.274,03	4,58
04	PROTECCIONES.....	631,03	2,27
05	PUESTA A TIERRA	837,60	3,01
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		27.826,55	

El Presupuesto de Ejecución Material del presente proyecto asciende a la cantidad de VEINTISIETE MIL OCHOCIENTOS VEINTISEIS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO (27.826,55 €).

4.5 Presupuesto Base de Licitación

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS	24.026,79	86,34
02	ESTRUCTURA - SOPORTE	1.057,10	3,80
03	CABLEADO	1.274,03	4,58
04	PROTECCIONES.....	631,03	2,27
05	PUESTA A TIERRA	837,60	3,01
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		27.826,55	
13,00 % Gastos generales		3.617,45	
6,00 % Beneficio industrial		1.669,59	
SUMA DE G.G. y B.I.		5.287,04	
21,00 % I.V.A.....		6.953,85	
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		40.067,44	

El Presupuesto base de licitación del presente proyecto asciende a la cantidad de

CUARENTA MIL SESENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EUROS (40.067,44€).

4.6 Presupuesto para conocimiento de la Administración

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS	24.026,79	86,34
02	ESTRUCTURA - SOPORTE.....	1.057,10	3,80
03	CABLEADO.....	1.274,03	4,58
04	PROTECCIONES.....	631,03	2,27
05	PUESTA A TIERRA	837,60	3,01
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		27.826,55	
	13,00 % Gastos generales	3.617,45	
	6,00 % Beneficio industrial	1.669,59	
	SUMA DE G.G. y B.I.	5.287,04	
	21,00 % I.V.A.....	6.953,85	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		40.067,44	

El presupuesto para conocimiento de la Administración coincide con el presupuesto base de licitación, puesto que no se tienen previstos otro tipo de gastos.

Así, el presupuesto para conocimiento de la Administración asciende a la cantidad de CUARENTA MIL SESENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EUROS (40.067,44€).

Con lo expuesto, el autor del proyecto considera que éste es completo, que se atiene a lo dispuesto en la legislación vigente en la materia y que, por tanto, es suficiente para someterse a la tramitación procedente.

Cáceres, enero de 2020

EL INGENIERO DE MONTES

Ángel Ramajo Parra

5 Bibliografía

Agencia Estatal de Meteorología (2010) La radiación solar instrumentación y medida de la radiación solar. In: Minist. Medio Ambient. y medio Rural y Mar. http://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/observacion/radiacion/Radiacion_Solar.pdf. Accessed 12 Dec 2019

Confederación de la Pequeña y Mediana Empresa Aragonesa - CEPYME Aragón (2012) Guía de medidas preventivas a adoptar por los instaladores de placas de energía solar fotovoltaica y fototérmica. CEPYME Aragon 1–196

Fausto Posso (2002) Energía y ambiente: pasado, presente y futuro. Parte dos: Sistema energético basado en energías alternativas. Geoenseñanza 7, núm. 1-2:54–73

Ibáñez Plana M, Rosell Polo JR, Rosell Urrutia JI (2005) Tecnología solar. Mundi-Prensa, Madrid

IDAE (2009) Instalaciones de energía solar fotovoltaica. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red | IDAE. PCT-A-REV:1–39

Web

<https://www.une.org/>

<https://www.iec.ch/>

<https://www.cambioenergetico.com>

<https://www.lg.com/es/business>

<https://autosolar.es/>

<http://www2.exide.com/es/es/product-solutions/network-power/product/classic-solar.aspx>

<https://es.prysmiangroup.com/>

<https://www.sedecatastro.gob.es/>

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>

<http://www.aemet.es/es/>